Anno VI. TORINO, Agosto 1912. Num. 8.

RIVISTA DI ASTRONOMIA

E SCIENZE AFFINI

Bollettino della Società Astronomica Italiana

EDITO DALLA STESSA

Sede Principale: **TORINO, Via Maria Vittoria, num. 23**
presso la Società Fotografica Subalpina

Abbonamento per l'Italia e l'Estero L. 12 all'anno
Un fascicolo separato L. 1.

Deposito per l'Italia: Ditta G. B. Paravia e Comp. (Figli di I. Vigliardi-Paravia)
Torino-Roma-Milano-Firenze-Napoli.

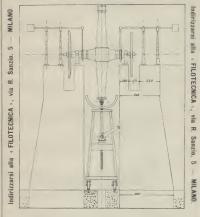
TORINO
Stabilimento Tipografico G. U. Cassone succ.
Via della Zecca, 11.
1912.

ZEISS
OBBIETTIVI ASTRONOMICI
PER
OSSERVAZIONE E FOTOGRAFIA
GANNOCCHIALI
ASTRONOMICI
E TERRESTRI
CUPOLE
Catalogo A 27
gratis a richiesta
CARL ZEISS
MILANO
19, Piazza del Duomo, 19
Jena - Berlino - Parigi
Londra - Amburgo
Pietroburgo
Vienna - Tokio
Indirizzare telegrammi:
Carlzeis - Milano.

Occasione

Da vendere il Cerchio Meridiano del Collegio Romano di Roma, già adoperato dal Padre Secchi ed ora disponibile dopo la sua sostituzione col nuovo **Gran Cérchio Meridiano Salmoiraghi.**

Indirizzarsi alla « FILOTECNICA », via R. Sanzio, 5 — MILANO.

Indirizzarsi alla « FILOTECNICA », via R. Sanzio, 5 — MILANO.

Lo strumento è munito di cerchio di 90 cm. di diametro, quattro noni a due secondi, cannocchiale di 100 mm. di apertura. Costruzione Ertel. È possibile l'applicazione di due o quattro microscopi a vite micrometrica al secondo per la lettura del Cerchio.

Macchina per l'invertimento dei poli.

Anno VI. Torino, Agosto 1912. Num. 8.

RIVISTA DI ASTRONOMIA
E SCIENZE AFFINI
Bollettino della Società Astronomica Italiana
(edito dalla stessa)

SUGLI ACCENNI DANTESCHI
ai segni, alle costellazioni ed al moto del cielo stellato da occidente in oriente di un grado in cento anni

Nota Prima di F. ANGELITTI

(Continuazione vedi fascicolo precedente).

Un astronomo dei tempi di Dante, per la risoluzione di questi problemi, avrebbe facilmente trovato le medesime formole generali, e le avrebbe probabilmente applicate agli stessi casi particolari, enunciandole tuttavia, con locuzione ordinaria, sotto forma di regole. Un dilettante avrebbe potuto ottenere soluzioni sufficientemente approssimate col semplice uso di un globo celeste.

15. **La parte del cielo stellato apparente ed occulta a ciascun luogo della Terra.** — Vediamo ora quali parti del cielo stellato si rendano visibili ai diversi luoghi della Terra a causa così della rivoluzione diurna del primo mobile, come della circolazione lentissima della sfera stellata. Distinguiamo diversi casi.

Fingiamo con Dante (*Conv.*, III, 5) che sotto il polo boreale dell'equatore siavi una città chiamata Maria, e che sotto il polo australe siavi un'altra città chiamata Lucia. A Maria, per quanto il primo mobile si rivolga, nulla di più apparirà che l'emisfero boreale di questo cielo. Ma la porzione del cielo stellato contenuta sotto l'emisfero boreale del primo mobile, il quale costituisce l'emisfero superiore di Maria, va lentamente cambiando a causa del movimento dell'ottava sfera. I due circoli minori paralleli all'eclittica e distanti verso borea e verso austro di un arco eguale all'obliquità dell'eclittica stessa, dividono il cielo stellato in tre parti: di queste tre parti, la calotta dalla parte del polo boreale dell'eclittica rimane perpetuamente contenuta sotto l'emisfero boreale

del primo mobile, ossia rimane perpetuamente sopra l'orizzonte di Maria; la calotta simmetrica, dalla parte del polo australe dell'eclittica, rimane perpetuamente esclusa dall'emisfero boreale del primo mobile, ossia rimane perpetuamente occulta a Maria: la zona intermedia compresa tra gli anzidetti circoli minori è per metà contenuta nell'emisfero boreale del primo mobile, e per metà ne è esclusa, ma, compiuta una circolazione del cielo stellato, ciascuna sua parte si sarà per un certo tempo trovata sotto il detto emisfero, ossia si sarà resa visibile a Maria.

Analoghe considerazioni si possono fare per la città di Lucia.

16. **Continuazione.** — Consideriamo un luogo sulla superficie della terra compreso tra Maria e l'equatore.

Alle parole *meridiano*, *punto nord* e *punto sud*, che nella precedente discussione abbiamo per analogia piegate a significati non usuali, ci conviene qui restituire i significati proprii scientifici: diciamo cioè *meridiano* il circolo massimo che passa per i poli dell'equatore e per i punti zenith e nadir; *punto nord* il punto in cui l'orizzonte è incontrato dal semicircolo meridiano che va dal polo nord al polo sud passando per il nadir; *punto sud* il punto in cui l'orizzonte è incontrato dal semicircolo meridiano che va dal polo nord al polo sud passando per lo zenith.

Sia δ_0 la distanza in arco di circolo massimo tra lo zenith del luogo e il polo boreale, cioè la distanza zenitale del polo boreale, o la distanza polare nord dello zenith (colatitudine geografica del luogo). L'arco δ_0 indicherà pure la declinazione del punto nord e $-\delta_0$ indicherà la declinazione del punto sud. I due paralleli di declinazione δ_0 e $-\delta_0$ (paralleli all'equatore) dividono il primo mobile in tre parti: di queste, con la rivoluzione diurna, la calotta avente per vertice il polo boreale e per base il parallelo di declinazione δ_0, rimane sempre sopra l'orizzonte del luogo, e la diremo *calotta sempre apparente*: la calotta simmetrica avente per vertice il polo australe e per base il parallelo di declinazione $-\delta_0$, rimane sempre sotto l'orizzonte del luogo, e la diremo *calotta sempre occulta*; la zona compresa tra gli anzidetti paralleli rimane per metà sopra e per metà sotto l'orizzonte del luogo, e la diremo *zona che sorge e tramonta ogni dì*.

Vediamo ora con la circolazione del cielo stellato quali parti di questo cielo vengano a trovarsi sotto le anzidette parti del primo mobile.

Indichiamo con ε l'obliquità dell'eclittica, elemento che con Dante riterremo assolutamente invariabile, e supponiamo in prima che lo zenith del luogo cada tra il tropico del Cancro e il polo boreale, supponiamo

cioè che sia δ_0 minore di $90° - \varepsilon$. In questo caso il parallelo di declinazione δ_0 conterrà nel suo interno il polo boreale dell'eclittica, e i suoi punti d'incontro col coluro dei solstizii, aventi per latitudini $\delta_0 + \varepsilon$ e $\delta_0 - \varepsilon$, saranno rispettivamente il punto più vicino e il punto più lontano dallo stesso polo boreale dell'eclittica. Il parallelo di latitudine $\delta_0 + \varepsilon$ (parallelo all'eclittica) stacca dal cielo stellato verso borea una calotta che con la circolazione di questo cielo rimane perpetuamente contenuta sotto la calotta sempre apparente del primo mobile, il parallelo di latitudine $\delta_0 - \varepsilon$ stacca dal cielo stellato verso austro una calotta che rimane perpetuamente esclusa dalla calotta sempre apparente del primo mobile. Similmente il parallelo di declinazione $-\delta_0$ conterrà nel suo interno il polo australe dell'eclittica, e i suoi punti d'incontro col coluro dei solstizii aventi per latitudini $-\delta_0 - \varepsilon$ ed $\varepsilon - \delta_0$, sono rispettivamente il punto più vicino e il punto più lontano dallo stesso polo australe dell'eclittica. Il parallelo di latitudine $-\delta_0 - \varepsilon$ stacca dal cielo stellato verso austro una calotta che rimane perpetuamente contenuta sotto la calotta sempre occulta del primo mobile; ed il parallelo di latitudine $\varepsilon - \delta_0$ stacca dal cielo stellato verso borea una calotta che rimane perpetuamente esclusa dalla calotta sempre occulta del primo mobile. Possiamo conchiudere che con la rivoluzione diurna del primo mobile e con la circolazione lenta del cielo stellato, la calotta del cielo stellato la quale ha per vertice il polo boreale dell'eclittica e per base il parallelo di latitudine $\delta_0 + \varepsilon$, rimane perpetuamente sopra l'orizzonte del luogo, e noi la diremo *calotta di perpetua apparizione,* e la calotta avente per vertice il polo australe dell'eclittica e per base il parallelo di latitudine $-\delta_0 - \varepsilon$, rimane perpetuamente sotto l'orizzonte del luogo, e noi la diremo *calotta di perpetua occultazione.*

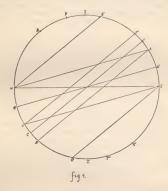
Ma per vedere quello che accade delle parti della zona compresa tra il parallelo di latitudine $\delta_0 + \varepsilon$ e quello di latitudine $-\delta_0 - \varepsilon$, occorrono altre suddistinzioni.

17. **Continuazione**. — α) Se lo zenith del luogo cade nell'interno del circolo polare artico, ossia se δ_0 è minore di ε, il parallelo di latitudine $\delta_0 - \varepsilon$ sarà australe, e quello di latitudine $\varepsilon - \delta_0$ sarà boreale. La zona compresa tra i paralleli di latitudine $\delta_0 + \varepsilon$ ed $\varepsilon - \delta_0$, tutta esclusa dalla calotta sempre occulta del primo mobile, sarà in parte contenuta sotto la calotta sempre apparente ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta ogni dì; quindi col moto diurno i suoi punti per un certo tempo rimarranno sopra l'orizzonte e per il rimanente tempo sor-

geranno e tramonteranno ogni dì. La zona compresa tra i paralleli di latitudine $-\delta_0 - \varepsilon$ e $\delta_0 - \varepsilon$, tutta esclusa dalla calotta sempre apparente del primo mobile, sarà in parte contenuta sotto la calotta sempre occulta, ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta ogni dì; quindi col moto diurno i suoi punti per un certo tempo rimarranno sotto l'orizzonte, e per il rimanente tempo sorgeranno e tramonteranno ogni dì. La zona intermedia compresa tra i paralleli di latitudine $\varepsilon - \delta_0$ e $\delta_0 - \varepsilon$ sarà in parte contenuta sotto la calotta sempre apparente, in parte sotto quella sempre occulta, ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta; quindi col moto diurno i suoi punti per un certo tempo rimarranno sopra l'orizzonte, per un certo altro tempo rimarranno sotto e per il rimanente tempo sorgeranno e tramonteranno ogni dì.

Per meglio vedere, direbbe Dante, rappresentiamo la sfera di separazione tra il primo mobile ed il cielo stellato mediante la proiezione ortografica sul piano del coluro dei solstizii, nell'istante in cui questo circolo viene a coincidere col meridiano, mentre il primo punto di Cancro si trova al passaggio superiore e il polo boreale dell'eclittica si trova al passaggio inferiore. Nella supposizione fatta, il punto della base della calotta sempre apparente del primo mobile più vicino al polo boreale dell'eclittica viene a coincidere col punto nord, mentre il punto della base della calotta sempre occulta più vicino al polo australe dell'eclittica viene a coincidere col punto sud. Nella figura 1 il cerchio ZPR rappresenti il coluro dei solstizii nell'istante suddetto, e sopra di esso Z rappresenti lo zenith, Z' il nadir, P e P' il polo boreale e il polo australe dell'equatore, R e R' il polo boreale e il polo australe dell'eclittica. Il diametro NS rappresenti l'orizzonte, essendo N il punto nord ed S il punto sud; QQ' rappresenti l'equatore e CC' l'eclittica. L'arco QN, declinazione del punto nord, è nella figura di circa 15°, minore quindi di ε che riteniamo di 23° e mezzo. Dai punti N ed S si tirino le corde NA, SO parallele all'equatore, le quali rappresenteranno i paralleli di declinazione δ_0 e $-\delta_0$. Dai punti N ed A, S ed O si tirino le corde NA', AA'', SO', OO'' parallele all'eclittica, le quali rappresenteranno i paralleli di latitudine $\delta_0 + \varepsilon$, $\delta_0 - \varepsilon$, $-\delta_0 - \varepsilon$, $\varepsilon - \delta_0$. Ora PAN rappresenterà la calotta sempre apparente del primo mobile, P'SO rappresenterà la calotta sempre occulta ed NASO rappresenterà la zona che sorge e tramonta ogni dì. La calotta RNA' del cielo stellato sempre contenuta nella calotta PNA, è di perpetua apparizione; la calotta R'SO' è di perpetua occultazione; la calotta R'AA'' è perpetuamente esclusa dalla calotta sempre apparente del primo mobile;

la calotta ROO″ è perpetuamente esclusa dalla calotta sempre occulta. Inoltre si vede che la zona NA′O″O è in parte contenuta sotto la calotta sempre apparente PNA ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta ogni dì; la zona SO′A″A è in parte contenuta sotto la calotta sempre occulta P′SO ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta ogni dì; finalmente la zona OO″AA″ è in parte contenuta sotto

fig 1.

la calotta sempre apparente PNA, in parte sotto la calotta sempre occulta P′SO, ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta ogni dì NASO.

Il caso qui considerato è il più complesso. Se supponiamo che i punti Q e Q′ si avvicinino ai punti N ed S fino a coincidere con essi, avremo il caso considerato nel numero 16 per le città di Maria e di Lucia; in questo caso le corde NA, SO vengono a coincidere col diametro NS e sparisce la zona del primo mobile che sorge e tramonta; inoltre AA″ viene a coincidere con SO′ ed OO″ viene a coincidere con NA′.

18. **Continuazione.** — β) Se lo zenith del luogo cade sul circolo polare artico, ossia se δ_0 è ugnale ad ε, i paralleli di latitudine $\delta_0 - \varepsilon$ ed $\varepsilon - \delta_0$ coincidono entrambi con l'eclittica. La zona compresa tra l'eclittica e il parallelo di latitudine $\delta_0 + \varepsilon$ sarà in parte contenuta sotto la calotta sempre apparente del primo mobile, in parte sotto la zona che sorge e tramonta; quindi col moto diurno i suoi punti per un certo tempo rimarranno sopra l'orizzonte e per il rimanente tempo sorgeranno e tramonteranno ogni dì. La zona compresa tra l'eclittica ed il parallelo di latitudine $-\delta_0 - \varepsilon$ sarà in parte contenuta sotto la calotta sempre

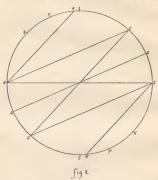



fig. 2.

occulta del primo mobile ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta; quindi col moto diurno i suoi punti per un certo tempo rimarranno sotto l'orizzonte, e per il rimanente tempo sorgeranno e tramonteranno ogni dì.

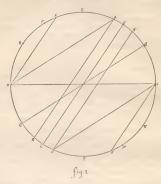
Questo caso è mostrato nella fig. 2 nella quale il cerchio ZPR rappresenta il coluro dei solstizii, i diametri NS, QQ', CC' rappresentano rispettivamente l'orizzonte, l'equatore e l'eclittica, e l'arco QN, declinazione del punto nord, è fatto eguale all'arco QC, obliquità della

eclittica. Segue da ciò che le corde NC′, SC risultano parallele a QQ′; quindi PNC′ rappresenta la calotta sempre apparente del primo mobile, P′SC rappresenta la calotta sempre occulta, ed NC′SC rappresenta la zona che sorge e tramonta. Dai punti N ed S si tirino anche qui le corde NA′, SO′ parallele a CC′: la calotta del cielo stellato RNA′ è tutta contenuta sotto la calotta PNC′ del primo mobile, la calotta R′SO′ è tutta contenuta sotto la calotta P′SC, la zona NA′C′C è in parte contenuta sotto la calotta PNC′ e in parte sotto la zona NC′SC; e la zona SO′CC′ è in parte contenuta sotto la calotta P′SC ed in parte sotto la zona NC′SC.

19. **Continuazione.** — γ) Se lo zenith del luogo cade tra il circolo polare artico e il tropico del Cancro, ossia se δ_0 è maggiore di ε, il parallelo di latitudine $\delta_0 - \varepsilon$ sarà boreale e quello di latitudine $\varepsilon - \delta_0$ sarà australe. La zona compresa tra i paralleli di latitudine $\delta_0 + \varepsilon$ e $\delta_0 - \varepsilon$ sarà in parte contenuta sotto la calotta sempre apparente del primo mobile ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta; quindi col moto diurno i suoi punti per un certo tempo rimarranno sopra l'orizzonte, per il rimanente tempo sorgeranno e tramonteranno ogni dì. La zona compresa tra i paralleli di latitudine $-\delta_0 - \varepsilon$ ed $\varepsilon - \delta_0$ sarà in parte contenuta sotto la calotta sempre occulta del primo mobile ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta; quindi col moto diurno i suoi punti per un certo tempo rimarranno sotto l'orizzonte, per il rimanente tempo sorgeranno e tramonteranno ogni dì. Finalmente la zona intermedia compresa tra i paralleli di latitudine $\delta_0 - \varepsilon$ ed $\varepsilon - \delta^{0}$ sarà tutta contenuta sotto la zona che sorge e tramonta del primo mobile; quindi i suoi punti sorgeranno e tramonteranno ogni giorno perpetuamente.

Questo caso è chiarito con la fig. 3, nella quale l'arco QN, declinazione del punto nord, è supposto eguale a 32 gradi, maggiore quindi dell'obliquità dell'eclittica QC. Le corde NA ed S O, parallele a QQ′, rappresentano i paralleli di declinazione δ_0 e $-\delta_0$, i quali dividono il primo mobile nelle solite tre parti, la calotta sempre apparente PNA, la calotta sempre occulta P′SO e la zona che sorge e tramonta NASO. Le corde NA′, AA″, SO′, OO″, parallele a CC′, rappresentano i paralleli di latitudine $\delta_0 + \varepsilon$, $\delta_0 - \varepsilon$, $-\delta_0 - \varepsilon$, $\varepsilon - \delta_0$, i quali dividono il cielo stellato in cinque parti, cioè la calotta RNA′ tutta contenuta sotto la calotta sempre apparente del primo mobile, la calotta R′SO′ tutta contenuta sotto la calotta sempre occulta, la zona NA′AA″ conte-

nuta in parte sotto la calotta sempre apparente del primo mobile e in parte sotto la zona che sorge e tramonta, la zona SO′OO″ contenuta in parte sotto la calotta sempre occulta del primo mobile e in parte

fig 3.

sotto la zona che sorge e tramonta, finalmente la zona AA″OO″ contenuta tutta sotto la zona che sorge e tramonta del primo mobile.

20. **Continuazione.** — Supponiamo ora che lo zenith del luogo cada sul tropico del Cancro, cioè che sia δ_0 eguale a $90° - \varepsilon$, ovvero la latitudine geografica del luogo, che dinoteremo con φ, sia eguale alla obliquità dell'eclittica ε. In questo caso il parallelo di declinazione $\delta_0 = 90° - \varepsilon$ sarà il circolo polare artico: esso passerà per il polo boreale dell'eclittica, ed il suo punto più lontano dal detto polo sarà l'altro punto d'incontro col coluro dei solstizii, ed avrà la latitudine eguale a $90° - 2\varepsilon$. Similmente il parallelo di declinazione $-\delta_0 =$ $= -90° + \varepsilon$ sarà il circolo polare antartico: esso passerà per il polo australe dell'eclittica, ed il suo punto più lontano dal detto polo sarà l'altro punto d'incontro col coluro dei solstizii che avrà per latitudine

— 90° + 2 ε. La calotta sempre apparente col moto diurno del primo mobile sarà la calotta polare artica, e la calotta sempre occulta sarà la calotta polare antartica. Con la circolazione del cielo stellato nessun punto di questo rimarrà perpetuamente nè sotto la calotta sempre apparente del primo mobile nè sotto la calotta sempre occulta.

Il parallelo di latitudine 90° — 2 ε stacca dal cielo stellato verso borea una calotta i cui punti per un certo tempo si troveranno sotto la calotta sempre apparente del primo mobile e per il rimanente tempo si troveranno sotto la zona che sorge e tramonta: rimarranno sotto la calotta sempre apparente per un intervallo di tempo tanto maggiore quanto più vicini sono al polo boreale dell'eclittica; e propriamente i punti più lontani, che si trovano alla latitudine 90° — 2 ε, non vi rimangono che un istante, mentre i punti vicinissimi al polo boreale dell'eclittica vi rimangono per un intervallo di tempo che tende a raggiungere la durata di una mezza circolazione del cielo stellato.

Noi possiamo analiticamente determinare il tempo durante il quale un punto del cielo stellato rimane sotto la calotta sempre apparente del primo mobile. Chiamando 2 ρ la distanza in arco di circolo massimo tra il detto punto e il polo boreale dell'eclittica, cioè la colatitudine celeste del punto, si cerchino i punti d'incontro del circolo polare artico col cerchio descritto col raggio 2 ρ attorno al polo boreale dell'eclittica, e si dinoti con 2 λ l'angolo compreso tra i circoli massimi passanti per i detti punti d'incontro e per il polo boreale dell'eclittica, λ essendo l'angolo tra uno dei detti circoli massimi ed il coluro dei solstizii, cioè la longitudine celeste contata a partire dal primo punto di Cancro. L'intervallo di tempo durante il quale il punto rimane sotto la calotta sempre apparente del primo mobile, starà alla durata dell'intera circolazione del cielo stellato come 2 λ sta a 360 gradi. Per determinare λ, si può riflettere che esso è l'angolo compreso tra l'ipotenusa ε ed il cateto ρ di un triangolo sferico rettangolo, e quindi si ha:

$$\cos\lambda = \frac{\tan\rho}{\tan\varepsilon} \qquad [13]$$

ovvero

$$\tan^2 \frac{1}{2}\lambda = \frac{\sin(\varepsilon - \rho)}{\sin(\varepsilon + \rho)}. \qquad [14]$$

Quando ρ è eguale ad ε si ha per λ il valore minimo che risulta eguale a zero; quando ρ è eguale a zero si ha per λ il valore massimo,

che risulta eguale a 90 gradi. In questo ultimo caso si ha dunque 2λ eguale a 180 gradi, e quindi il rapporto di 2λ a 360 gradi risulta eguale a 1/2, e perciò il punto rimarrebbe sotto la calotta sempre apparente del primo mobile per la durata di mezza circolazione del cielo stellato; ma ciò veramente significa che quando il punto si avvicina al polo boreale dell'eclittica tanto da tendere a coincidere con esso, il tempo durante il quale rimane sotto la calotta sempre apparente del primo mobile tende a raggiungere la durata della mezza circolazione del cielo stellato.

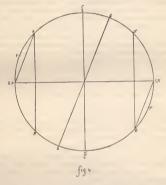
Similmente il parallelo di latitudine $-90^\circ + 2\varepsilon$ stacca dal cielo stellato verso austro una calotta i cui punti per un certo tempo si troveranno sotto la calotta sempre occulta del primo mobile e per il rimanente tempo si troveranno sotto la zona che sorge e tramonta: rimarranno anch'essi sotto la calotta sempre occulta per un intervallo di tempo tanto maggiore quanto più sono vicini al polo australe dell'eclittica; e propriamente i punti più lontani, che si trovano alla latitudine $-90^\circ + 2\varepsilon$, non vi rimangono che un istante, mentre i punti vicinissimi al polo australe dell'eclittica vi rimangono per un intervallo di tempo che tende a raggiungere la durata di una mezza circolazione del cielo stellato. La determinazione analitica di tale intervallo di tempo si fa in modo analogo alla precedente.

Finalmente, la zona del cielo stellato compresa tra i due paralleli di latitudine $90^\circ - 2\varepsilon$ e $-90^\circ + 2\varepsilon$ rimane tutta contenuta sotto la zona che sorge e tramonta del primo mobile, quindi col moto diurno i suoi punti sorgeranno e tramonteranno ogni dì perpetuamente.

Possiamo dunque conchiudere che col moto simultaneo del primo mobile e del cielo stellato nessun punto di questo è di perpetua apparizione e nessun punto è di perpetua occultazione, e che nella durata di mezza circolazione del cielo stellato, tutti i punti di questo si saranno resi visibili. A questa conclusione si può anche giungere seguendo un altro ordine di idee. I due circoli polari, artico ed antartico, che racchiudono la calotta sempre apparente e la calotta sempre occulta del primo mobile, risultano tangenti al circolo di latitudine che passa per i punti equinoziali, e giacciono da parti opposte. Ora, col moto diurno, ogni dì il circolo di latitudine che passa per i punti equinoziali viene, in un certo istante, a coincidere con l'orizzonte del luogo, e d'altra parte ad ogni mezza circolazione del cielo stellato i due emisferi, in cui questo cielo rimane diviso dal detto circolo di latitudine, avranno cambiato di posto tra loro; quindi nell'intervallo della mezza circolazione

suddetta, tutti i punti del cielo stellato si saranno trovati sopra l'orizzonte del luogo.

Questo caso è chiarito con la fig. 4 nella quale l'arco QN, declinazione del punto nord, si è fatto eguale a 66 gradi e mezzo, ossia al complemento dell'obliquità dell'eclittica, e quindi il polo boreale della eclittica R coincide col punto nord. Le corde NA, SO, parallele a QQ',

fig 4

rappresentano i circoli polari, artico ed antartico, i quali dividono il primo mobile nelle solite tre parti: la calotta sempre apparente PNA, la calotta sempre occulta P'SO, e la zona che sorge e tramonta NASO. Le corde AA'', OO'', parallele a CC', dividono il cielo stellato in tre parti: la calotta RAA'', contenuta in parte sotto la calotta sempre apparente del primo mobile ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta; la calotta R'OO'', contenuta in parte sotto la calotta sempre occulta del primo mobile ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta; e finalmente la zona AA''OO'', contenuta tutta sotto la zona che sorge e tramonta del primo mobile.

21. **Continuazione**. — Supponiamo ora che lo zenith del luogo cada tra il tropico del Cancro e l'equatore, cioè supponiamo che la latitudine geografica φ del luogo sia minore dell'obliquità ε dell'eclittica.

In questo caso il polo boreale dell'eclittica è esterno alla calotta sempre apparente del primo mobile, che è quella descritta col raggio sferico φ attorno al polo boreale dell'equatore. Il punto più vicino al polo boreale dell'eclittica ed il punto più lontano si trovano entrambi sul coluro dei solstizii, rispettivamente alle distanze $\varepsilon - \varphi$ ed $\varepsilon + \varphi$. Similmente il polo australe dell'eclittica giace fuori della calotta sempre occulta del primo mobile, che è quella descritta col raggio φ attorno al polo australe dell'equatore. Il punto di questa calotta più vicino al polo australe dell'eclittica ed il punto più lontano stanno anch'essi sul coluro dei solstizii, rispettivamente alle distanze $\varepsilon - \varphi$ ed $\varepsilon + \varphi$.

Ora la zona del cielo stellato compresa tra i due circoli minori descritti attorno al polo boreale dell'eclittica coi raggi sferici $\varepsilon - \varphi$ ed $\varepsilon + \varphi$ è in parte contenuta sotto la calotta sempre apparente del primo mobile ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta; quindi, col moto diurno, i suoi punti per un certo tempo rimarranno sopra l'orizzonte e per il rimanente tempo sorgeranno e tramonteranno ogni dì. La durata di tempo per la quale un punto della detta zona del cielo stellato rimane sotto la calotta sempre apparente del primo mobile, dipende dalla sua distanza dal polo boreale dell'eclittica. S'intuisce che i punti alle distanze estreme $\varepsilon - \varphi$ ed $\varepsilon + \varphi$ non vi rimangono che un istante, e che i punti che vi rimangono più a lungo sono quelli la cui distanza risulta tangente alla base della calotta sempre apparente del primo mobile.

Noi possiamo analiticamente determinare l'intervallo di tempo durante il quale un punto dell'anzidetta zona rimane sotto la calotta sempre apparente del primo mobile. Chiamando μ la distanza tra il punto e il polo boreale dell'eclittica, cioè la colatitudine celeste del punto, si determinino i punti d'incontro della base della calotta sempre apparente del primo mobile col circolo minore descritto col raggio μ attorno al polo boreale dell'eclittica, e si congiungano questi punti col detto polo mediante due archi di circolo massimo. Sia 2λ l'angolo compreso tra questi archi di circolo massimo. Il tempo durante il quale il punto del cielo stellato rimarrà sotto la calotta sempre apparente del primo mobile, starà alla durata dell'intera circolazione del cielo stellato, come 2λ sta a 360 gradi. Per determinare λ si ha la formola

$$\cos\lambda = \frac{\cos\varphi - \cos\varepsilon\cos\mu}{\sin\varepsilon\sin\mu} \qquad [15]$$

ovvero l'altra

$$\tan^2 \frac{1}{2}\lambda = \frac{-\sin\frac{1}{2}(\varepsilon+\varphi-\mu)\sin\frac{1}{2}(\varepsilon-\varphi-\mu)}{\sin\frac{1}{2}(\varepsilon+\varphi+\mu)\sin\frac{1}{2}(\varepsilon-\varphi+\mu)}. \quad [16]$$

Quando μ prende il suo valore massimo $\varepsilon+\varphi$, o quando prende il suo valore minimo $\varepsilon-\varphi$, risulta λ eguale a zero.

Possiamo anche determinare la distanza dei punti di massima apparizione dal polo boreale dell'eclittica e la durata di essa massima apparizione. Sia μ_1 la detta distanza e λ_1 l'angolo che essa fa col coluro dei solstizii. Per determinare μ_1 si può adoperare la formola

$$\cos\mu_1 = \frac{\cos\varepsilon}{\cos\varphi}, \quad [17]$$

ovvero

$$\tan^2\frac{1}{2}\mu_1 = \tan\frac{1}{2}(\varepsilon-\varphi)\tan\frac{1}{2}(\varepsilon+\varphi); \quad [18]$$

e per determinare λ_1 si può adoperare la formola

$$\sin\lambda_1 = \frac{\sin\varphi}{\sin\varepsilon}, \quad [19]$$

ovvero

$$\tan^2\left(45^\circ - \frac{1}{2}\lambda_1\right) = \tan\frac{1}{2}(\varepsilon-\varphi)\cot\frac{1}{2}(\varepsilon+\varphi). \quad [20]$$

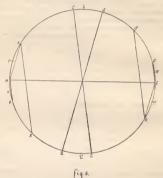
ovvero l'altra

$$\tan\lambda_1 = \frac{\tan\varphi}{\sin\mu_1}. \quad [21]$$

Ottenuto λ_1 si deduce il massimo intervallo di tempo durante il quale un punto del cielo stellato rimane sotto la calotta sempre apparente del primo mobile, moltiplicando l'intera durata della circolazione del cielo stellato per il rapporto di $2\lambda_1$ a 360 gradi.

Similmente la zona del cielo stellato compresa tra i due circoli minori descritti attorno al polo australe dell'eclittica coi raggi sferici $\varepsilon-\varphi$ ed $\varepsilon+\varphi$, è in parte contenuta sotto la calotta sempre occulta del primo mobile ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta; quindi col moto

diurno, i suoi punti per un certo tempo rimarranno sotto l'orizzonte, e per il rimanente tempo sorgeranno e tramonteranno ogni dì. Anche qui l'intervallo di tempo durante il quale un punto rimane sotto la calotta sempre occulta del primo mobile, dipende dalla distanza tra il punto stesso e il polo australe dell'eclittica: i punti situati alle distanze estreme $\varepsilon + \varphi$ ed $\varepsilon - \varphi$ non vi rimangono che un istante, ed i punti che vi rimangono più a lungo sono quelli la cui distanza risulta tangente alla

fig. 5.

base della calotta. La distanza dei punti di massima occultazione dal polo australe dell'eclittica e la durata di essa massima occultazione, sono rispettivamente eguali alla distanza dei punti di massima apparizione dal polo boreale dell'eclittica e alla durata di essa massima apparizione.

Tutti gli altri punti del cielo stellato, cioè quelli compresi nella zona intermedia e nelle due calotte estreme, si trovano sotto la zona che sorge e tramonta del primo mobile, e quindi col moto diurno sorgeranno e tramonteranno ogni dì perpetuamente.

Possiamo dunque conchiudere che quando lo zenith del luogo cade fra il tropico del Cancro e l'equatore, nessun punto del cielo stellato è

di perpetua apparizione, e nessun punto è di perpetua occultazione, ma tutti si rendono visibili dentro un intervallo di tempo tanto più piccolo quanto minore è la latitudine del luogo, e che in ogni caso non supera la durata della mezza circolazione del cielo stellato.

Questo caso è chiarito con la fig. 5, nella quale l'arco QN, declinazione del punto nord, si è fatto eguale a 75 gradi, o, che è lo stesso, l'arco NP, altezza del polo o latitudine geografica, si è fatto eguale a 15 gradi, e quindi è minore dell'obliquità dell'eclittica. Le corde NA ed SO, parallele a QQ′, rappresentano i paralleli descritti attorno ai poli dell'equatore con raggio eguale alla latitudine geografica, e dividono il primo mobile nelle solite tre parti: la calotta sempre apparente PNA, la calotta sempre occulta P′SO e la zona che sorge e tramonta NASO. Le corde NA′, AA″, SO′, OO″, parallele a CC′, rappresentano i paralleli di latitudine descritti attorno ai poli dell'eclittica con raggi eguali alla differenza ed alla somma dell'obliquità dell'eclittica e della latitudine geografica: essi dividono il cielo stellato in cinque parti, delle quali le calotte estreme RNA′, R′SO′ e la zona intermedia AA″OO″ sono tutte contenute sotto la zona che sorge e tramonta del primo mobile, mentre delle due zone laterali NA′A″A ed SO′O″O la prima è in parte contenuta sotto la calotta sempre apparente del primo mobile ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta, e la seconda è in parte contenuta sotto la calotta sempre occulta del primo mobile ed in parte sotto la zona che sorge e tramonta.

Tutto quello che abbiamo detto per i luoghi della Terra compresi tra Maria e l'equatore si può ripetere in modo analogo per quelli compresi tra Lucia e l'equatore.

22. **Continuazione.** — I luoghi che si trovano nelle condizioni più favorevoli per vedere le parti del cielo stellato sono quelli situati sotto l'equatore celeste. A causa del moto diurno del primo mobile, per uno qualunque di questi luoghi tutte le parti del cielo stellato vengono a trovarsi sopra l'orizzonte nello spazio di dodici ore sideree, ossia ad ogni mezza rivoluzione del primo mobile; infatti, dopo un tale intervallo l'emisfero celeste superiore è passato al posto dell'inferiore, e questo al posto di quello: sicchè, per un tal luogo, ogni notte si rendono visibili tutte le stelle del cielo.

Questa condizione dei luoghi situati sotto l'equatore, rispetto alla visibilità del cielo stellato, fu mirabilmente colta ed espressa da Dante in *Inf.*, XXVI, 127-129. Ivi Ulisse dice con bella circonlocuzione che,

mentre attraversava l'equatore terrestre, la notte vedeva tutte le stelle dell'emisfero australe, e che vedeva il polo artico all'orizzonte senza più sollevarsi dalla superficie del mare:

> Tutte le stelle già dell'altro polo
> Vedea la notte, e il nostro tanto basso
> Che non surgeva fuor del marin suolo.

E si noti un'altra finezza: Ulisse non dice, come noi abbiamo precedentemente conchiuso, che la notte vedeva tutte le stelle del cielo, giacchè egli che dall'emisfero boreale remigava verso sud-ovest, le stelle dell'emisfero boreale le vedeva tutte anche prima di giungere sotto l'equatore. Di mano in mano che si avvicinava all'equatore, vedeva il polo boreale abbassarsi e diminuire il raggio così della calotta sempre apparente come di quella sempre occulta. Nell'attraversare l'equatore già gli apparivano tutte le stelle dell'emisfero australe e già il polo boreale si era abbassato fino all'orizzonte.

Questo accenno di Ulisse completa quello del *Convivio*, sul quale ci siamo soffermati così a lungo, e mostra che Dante deve avere discusse le condizioni di visibilità del cielo stellato tanto nell'ipotesi dei movimenti combinati del primo mobile e del cielo stellato, quanto nell'ipotesi che il movimento del primo mobile non avesse luogo.

In conclusione, una differenza enorme si produce nella visione del cielo stellato dall'esserci o dal non esserci il moto diurno del primo mobile: col moto del primo mobile vi sono luoghi della Terra ai quali nel breve spazio di dodici ore sideree si rendono visibili tutte le parti del cielo stellato; senza il moto del primo mobile, nessun luogo della terra potrebbe vedere tutte le parti del cielo stellato in meno di diciottomila anni, e nessun luogo della terra, nello spazio di seimila anni, avrebbe veduto più dei due terzi del cielo stellato.

23. **Alcune considerazioni sopra le discussioni precedenti.** — Tra la poesia e le dimostrazioni sferiche, tra i versi e le formole,

> Lettor, tu vedi ben com'io innalzo
> La mia materia; e però con più arte
> Non ti maravigliar s'io la rincalzo.

Io sono convinto che Dante, nell'esprimere con una breve frase la conseguenza che verrebbe nella visibilità del cielo stellato dalla soppressione del moto diurno del primo mobile, abbia dovuto fare, come io ho

fatto, la discussione di ciò che accadrebbe in quella ipotesi e di ciò che accade col moto simultaneo del cielo stellato e del primo mobile.

L'esame di ciò che avverrebbe se al primo mobile non fosse stato impresso il moto diurno, nasce in Dante dall'idea di voler comparare i cieli alle scienze. Di questa idea che a noi pare così bizzarra, il Moore ritrova un cenno in Ristoro d'Arezzo, il quale associa i sette pianeti principali con le scienze del trivio e del quadrivio e dice che la Luna corrisponde alla Grammatica, Mercurio alla Dialettica, Venere alla Musica, ma non procede più oltre. Dante nei capitoli 14° e 15° del trattato II del *Convivio*, elabora in maniera minuziosa e compiuta questa teoria: egli indaga primamente le proprietà per le quali in generale un cielo si può comparare ad una scienza; in particolare poi espone quelle per le quali i cieli dei sette pianeti principali si possono comparare ciascuno ad una scienza del trivio e del quadrivio, e propriamente il cielo della Luna alla Grammatica, quello di Mercurio alla Dialettica, quello di Venere alla Retorica, quello del Sole all'Aritmetica, quello di Marte alla Musica, quello di Giove alla Geometria e quello di Saturno all'Astrologia. Nè si arresta qui, ma, procedendo più oltre, espone anche le proprietà per le quali i rimanenti cieli si possono comparare alle rimanenti scienze, e propriamente il cielo stellato alla Fisica e alla Metafisica, il primo mobile alla Morale Filosofia e l'empireo alla Teologia.

Giova qui riportare per intero il passo relativo al primo mobile, del quale precedentemente abbiamo riferito qualche periodo. « Lo cielo cristallino, che per primo mobile dinanzi è contato, ha comparazione assai manifesta alla Morale Filosofia: chè la Morale Filosofia, secondochè dice Tommaso sopra lo secondo dell'Etica, ordina noi alle altre scienze. Chè, siccome dice il Filosofo nel quinto dell'Etica, la giustizia legale ordina le scienze ad apprendere, e comanda, perchè non sieno abbandonate, quelle essere apprese e ammaestrate. Così il detto cielo ordina col suo movimento la cotidiana revoluzione di tutti gli altri, per la quale ogni dì tutti quelli ricevono (1) quaggiù la virtù di tutte le loro parti. Chè se la rivoluzione di questo non ordinasse ciò, poco di loro virtù quaggiù verrebbe o di loro vista. Onde ponemo che possibile fosse questo nono cielo non muovere: la terza parte del cielo *stellato* sarebbe ancora non veduta in ciascuno luogo della terra; e Saturno starebbe quattordici

(1) Qui invece di *ricevono* il senso vorrebbe *mandano:* tutti quelli, ossia tutti i cieli rimanenti, mediante il moto del primo mobile, mandano quaggiù la virtù di tutte le loro parti, e le cose di quaggiù ricevono la detta virtù.

anni e mezzo a ciascuno luogo della terra celato; e Giove sei anni si celerebbe; e Marte un anno quasi; e 'l Sole cento ottantadue dì e quattordici ore: dico dì, cioè tanto tempo quanto misurano cotanti dì. E Venere e Mercurio quasi come il Sole si celerebbero e mostrerebbero; e la Luna per tempo di quattordici dì e mezzo starebbe ascosa a ogni gente. Di vero non sarebbe quaggiù generazione, nè vita d'animali e di piante; notte non sarebbe, nè dì, nè settimana, nè mese, nè anno; ma tutto l'universo sarebbe disordinato e 'l movimento degli astri sarebbe indarno. E non altrimenti, cessando la Morale Filosofia, l'altre scienze sarebbono celate alcun tempo, e non sarebbe generazione, nè vita di felicità, e indarno sarebbono scritte e per antico trovate. Per che assai è manifesto, questo cielo avere alla Morale Filosofia comparazione ».

Il Moore, a riscontro di questo passo, ne cita un altro di Ristoro d'Arezzo, che veramente a me pare non abbia col passo dantesco se non un'analogia molto vaga e superficiale: « Se la virtude del cielo si cessasse e lo cielo non si movesse, le piante e li animali e le minerie, le quali son fatte delli omori delli quattro elimenti, discevererebberosi (il ms. Ricc. più antico ha: se desciorreano) e disfarrebensi tutte, e ciaschedano omore tornerebbe al suo elimento: lo caldo tornerebbe alla spera del fuoco, e lo freddo tornerebbe alla spera dell'acqua, e l'umido tornerebbe alla spera dell'aire, e lo secco tornerebbe alla spera della terra, e giammai non se ne farebbe generazione nulla; secondo lo suggello che si guastasse, che non farebbe operazione nella cera e la cera non si troverebbe lavorata » (1).

Ristoro d'Arezzo non è certamente la fonte a cui Dante attinse nello stabilire le comparazioni dei cieli alle scienze, sia perchè Ristoro compara i primi tre cieli a tre scienze, senza assegnarne le ragioni e senza procedere più oltre, sia perchè compara il cielo di Venere alla Musica, mentre Dante lo compara alla Retorica. Ma i passi di Ristoro ci provano che tali comparazioni si facevano nelle scuole di quei tempi. Il passo dantesco relativo agli effetti che si produrrebbero con la soppressione del moto diurno del primo mobile, potrebbe essere stato attinto a qualche altra fonte e potrebbe anche essere originale. In questa seconda ipotesi, qualcuno potrebbe domandare se Dante fosse in grado di fare da se stesso, senza altra scorta, la precedente discussione. Io credo che chi ha potuto elegantemente esporre nel capitolo 5° del trattato III del

(1) Cfr. Moore: *L'autenticità della Quaestio de Aqua et Terra*, Bologna, 1899, p. 68

Convivio le apparenze del movimento del Sole quali si vedrebbero dai poli terresti e dall'equatore, e ha voluto lasciare a chi ha nobile ingegno l'esame delle apparenze dello stesso movimento, quali si vedrebbero nei luoghi intermedî, non dovesse incontrare alcuna difficoltà per qualsiasi altra discussione dello stesso genere. Dante si poteva aiutare non solo coll'immaginazione, ma anche con la ispezione del globo celeste e col disegno delle figure. Col globo celeste, se non con i disegni e con le formole, egli avrebbe potuto anche dedurre risultati numerici, qualora gli fosse piaciuto risolvere i problemi precedentemente accennati che si connettono con la discussione. Del resto, anche le formole per risolvere i vari problemi di astronomia sferica, erano note, sotto forma di regole, fin dai tempi di Tolomeo ed erano raccolte in vari trattati, tra i quali si può citare l'*Opus Astronomicum* di Albategno, ed un trattato anonimo, dal titolo *Almagesti parvum,* composto da uno studioso del secolo XIII, molto divulgato, e menzionato anche da Alberto Magno. Quelle formole o quelle regole, non meno eleganti delle formole in uso presso i moderni, vennero dagli astronomi antichi dedotte dall'applicazione di un solo e semplicissimo teorema trovato da Menelao.

Ma vi è un altro accenno nella *Commedia* e un altro accenno ancora nel *Canzoniere,* i quali ci fanno ragionevolmente supporre che Dante, o con l'uso del globo celeste, o mediante disegni in proiezione, o col calcolo di formole semplici, abbia dovuto risolvere problemi di astronomia sferica intimamente connessi con la precedente discussione. L'accenno che si trova nella *Commedia*, è quello molto famoso nel quale il poeta, uscito a riveder le stelle sull'isoletta del Purgatorio prima dell'alba, finge di aver veduto nelle vicinanze del polo australe quattro stelle « non viste mai fuor che alla prima gente ». Eminenti naturalisti ed astronomi, hanno concordemente per questo accenno attribuito a Dante l'applicazione cosciente della teoria della precessione degli equinozii o del movimento lentissimo del cielo stellato, come si direbbe con linguaggio più confacente alle dottrine seguite da Dante. L'altro accenno è quello che si trova nella *Canzone* « io son venuto al punto della rota » e si riferisce al « paese d'Europa che non perde le sette stelle gelide unquemai ».

La risoluzione dei problemi a cui alludiamo verrà minutamente esposta in una seconda nota, che sarà la compagna e la continuazione di questa.

Palermo, 4 aprile 1912.

RICERCHE SULLA TRASPARENZA ATMOSFERICA

come risultato accessorio delle osservazioni di variabili

Le osservazioni di Mira Ceti dello scorso anno 1911, mi hanno fornito, senza volerlo, l'occasione per stabilire un programma di facilissima applicazione, che in breve tempo ci condurrebbe a riconoscere il grado di trasparenza relativa dell'aria nelle diverse regioni. È dico proprio senza volerlo, perchè è mia preoccupazione costante, durante le osservazioni di variabili, cercare di evitare, per quanto è possibile, l'influenza dell'assorbimento atmosferico, piuttosto che calcolarne l'importo, cosa che non avrei mai immaginato quando, dieci anni or sono, affastellavo integrali per porre la teoria dell'estinzione su basi matematicamente più rigorose; ma è tanto diversa la teoria dalla pratica!

La ragione di questa mancanza di fiducia nella teoria è presto detta. La teoria dell'estinzione si sforza di farci conoscere la legge secondo cui diminuisce la luminosità d'un astro dallo zenit fino all'orizzonte, e per questo si serve di alcune ipotesi (circa la costituzione dell'atmosfera e la composizione dei raggi luminosi), una più inesatta dell'altra: per dirne una, si suppone costante a tutte le altezze la trasparenza specifica dell'aria. Si suppone cioè costante la composizione dell'aria, astraendo dalla presenza del pulviscolo, del vapor d'acqua, ecc. ecc., e ammettendo che masse d'aria uguali considerate l'una al livello del mare, l'altra, p. es., a 5000 m. d'altezza, assorbano ugualmente la luce. Non meno inesatta è l'altra ipotesi, sostenuta fino a tempi abbastanza recenti, secondo cui si dovrebbe considerare come praticamente costante la composizione dei raggi luminosi lungo tutto il loro percorso attraverso l'atmosfera terrestre. Ammesse poi tutte queste ipotesi, la teoria non ci può fornire in ogni modo che la legge di diminuzione di luminosità corrispondente *ad una certa trasparenza media dell'aria*. Ma la testimonianza dei nostri occhi, anche senza il sussidio d'alcun fotometro, basta ad avvertirci che la trasparenza, almeno in quest'infimo strato atmosferico in cui trascorriamo la nostra esistenza, varia moltissimo da un giorno all'altro; varia quindi certamente anche l'estinzione, e allora piuttosto che applicare una correzione media, che sarebbe quasi sempre in disaccordo coi fatti, val meglio cercare di evitarla, scegliendo stelle di con-

fronto molto vicine alla variabile e sopratutto ad uguale altezza sull'orizzonte, com'è appunto buona regola d'osservazione.

Questo va benissimo in linea generale; ma vi sono variabili a lungo periodo, come Mira Ceti, R Hydrae ed altre, che non hanno stelle lucide in vicinanza. Per queste è giocoforza rassegnarsi a prendere le stelle di confronto come càpitano, e allora io procuro di scegliere una stella più alta e una più bassa della variabile, in modo da esser sicuro che l'effetto dell'estinzione nei confronti della variabile con ciascuna delle due stelle sia in ogni caso minore dell'effetto dell'estinzione stessa nel confronto delle due stelle fra loro. Ora il materiale d'osservazione così raccolto per le dette due stelle si presta benissimo, convenientemente elaborato, ad una ricerca sulla trasparenza media dell'aria nel luogo dove si osserva, in confronto colla trasparenza di quei pochi luoghi nei quali è stato studiato il fenomeno dell'estinzione (Potsdam, Säntis, Catania, Etna,...). Tutto sta che il materiale sia sufficientemente abbondante da poter ritenere come eliminate nella media di un buon numero di confronti le variazioni irregolari della trasparenza, cosicchè non rimanga nel risultato ultimo che l'effetto sistematico dell'estinzione corrispondente ad una certa trasparenza media. Del resto, meglio che con molte parole, spiegherò il mio concetto riportando i risultati ottenuti per le stelle di confronto di Mira Ceti.

Fra il 21 giugno e il 25 novembre 1911, ho eseguito 41 confronti di questa celebre variabile colle due stelle:

1 = B D — $3^{\circ}.336$	$2^h\, 5^m\, 24^s$	— $3^{\circ}\, 4'.3$	Gr. B D 5.9
3 = B D — 3.374	2 17 38	— 3 26.4	» » 6.7

In principio Mira Ceti era bassissima sull'orizzonte, circa 1° al disotto della stella 1, e $1^{\circ}.5$ più alta della 3. Nel corso delle osservazioni, fatte generalmente nelle ultime ore della notte, innalzandosi a poco a poco la costellazione della Balena, diminuì la differenza di altezza delle due stelle di confronto, e infine, declinando verso Ovest, la stella 3 si trovò in varî giorni più alta della 1. Corrispondentemente si ebbe in principio un'estinzione più forte per la 3 che per la 1, cioè tendente ad aumentare la differenza di grandezza apparente delle due stelle, poi — verso la massima altezza di 50° — estinzione uguale, e in ultimo l'effetto della estinzione si invertì, tendendo a fare apparire la 3 come relativamente più lucida. Troppo lungo sarebbe il riportar qui i valori singoli ottenuti dai 41 confronti. Basterà accennare che riunendo le osservazioni

per ordine di data in gruppi comprendenti dieci osservazioni ciascuno (l'ultimo undici) si ottenne:

Dist. zenit. media stella 1	stella 3	Differ. di Gr. osservata (in media)	Correzione d'estinzione secondo Potsdam (in media)	Diff. di Gr. corretta d'estinzione
72°.6	75°.2	0^m.91	— 0^m.12	0^m.79
62.0	64.4	0.68	— 0.05	0.63
47.7	49.4	0.58	— 0.01	0.57
50.6	51.0	0.49	+ 0.01	0.49

Come si vede, dopo aver applicato la correzione per l'estinzione, secondo la tabella empirica di Potsdam (1), rimane nella differenza di Gr. delle stelle in questione un forte andamento del tutto conforme alla estinzione stessa. Tanto conforme, che basta ammettere per l'estinzione il *triplo* dell'importo risultante dalla tabella di Potsdam per far scomparire il detto andamento. Applicando infatti ai valori della differ. di Gr. osservata le correzioni — 0^m.36, — 0^m.15, — 0^m.03, + 0^m.03, si ottengono dai nostri 4 gruppi di osservazioni i valori medî ben concordanti:

0^m.55 0^m.53 0^m.54 0^m.52.

E a togliere qualunque dubbio circa l'attendibilità del valor medio 0^m.54 risultante dopo questa correzione, basterà che io ricordi come altri 14 confronti *indiretti* delle stesse due stelle eseguiti nel 1910 fra il 23 luglio e il 30 agosto, fatti tutti, salvo due, ad altezze inferiori a 60°, mi dessero in media il valore 0^m.55, mentre 9 confronti diretti eseguiti fra il 3 settembre e il 27 novembre (sempre a rilevante altezza) mi davano 0^m.57, valori pochissimo diversi fra loro e dagli altri su riportati (2).

Ora un'estinzione *media* (per un intervallo di 5 mesi) pari al triplo di quella ritenuta come *normale* a Potsdam è addirittura straordinaria, e fornirebbe un'idea molto sfavorevole della tanto decantata purezza del cielo siciliano. Bisogna veder bene dunque, se una parte almeno di questa differenza non potrebbe andare a carico della tabella empirica di Potsdam o dipendere da altre cause d'errore. Ricordo a questo proposito che la detta tabella d'estinzione venne costruita con procedimenti diversi per le due parti fra lo zenit e 80° di dist. zenitale e fra 80° e

(1) V. in proposito G. MÜLLER: *Die Photometrie der Gestirne*, pag. 132, Leipzig, 1897.
(2) Cfr. *Astron. Nachr.*, N. 4506.

l'orizzonte. Precisamente la prima parte venne fondata su una gran quantità di confronti, eseguiti a tutte le possibili distanze zenitali, fra 5 stelle lucide e la Polare; la seconda parte invece si fonda sui confronti di due misure successive d'un medesimo obbietto (generalmente pianeti o stelle molto lucide) eseguite in vicinanza del tramonto o del sorgere, a tutte le possibili distanze zenitali fra 80° e 88°. Müller avverte ancora (l. c.) che le misure per la seconda parte vennero eseguite senza eccezione in giornate *straordinariamente chiare*, mentre i confronti delle cinque stelle colla Polare vennero eseguiti anche in giorni di trasparenza media. Per conseguenza le due parti della tabella non corrispondono a stretto rigore ad un medesimo grado di trasparenza. Però, soggiunge Müller, questa piccola eterogeneità della tabella torna piuttosto a vantaggio che a danno nell'applicazione pratica, perchè in generale si eviterà di eseguire misure fotometriche in vicinanza all'orizzonte, altrimenti che nelle migliori condizioni atmosferiche, mentre si può osservare senza scrupolo al disopra di 10° anche con aria non tanto favorevole.

Ora tutte le osservazioni della Mira Ceti da me adoperate per questa ricerca sulla trasparenza dell'aria a Catania, vennero eseguite ad altezze superiori a 10°, dunque non è il caso d'invocare l'accennata eterogeneità della tabella di Potsdam. Vennero escluse inoltre le osservazioni eseguite in due giorni, nei quali il cielo fu veramente fosco, per polvere o per fumo dell'Etna. I rimanenti 41 giorni possono ritenersi in massa come di trasparenza media. Non si può nemmeno dar la colpa alla grande eruzione del Settembre, che certo intorbidò non poco l'atmosfera con fitte piogge di cenere, fino a formare uno strato di qualche centimetro di altezza, cenere che poi veniva agitata dai venti anche molti giorni dopo la fine dell'eruzione. Ma i 3/4 delle nostre osservazioni cadono tutti prima dell'eruzione, e 3 sole osservazioni vennero eseguite nel Settembre.

Potrebbe una delle due stelle esser variabile? Tutto è possibile, ma sarebbe una combinazione stranissima, che questa variazione simulasse proprio l'andamento della estinzione atmosferica. E non si spiegherebbe poi, come mai le 23 osservazioni eseguite nel 1910 lungo 4 mesi, però ad altezza rilevante sull'orizzonte, non abbiano dato alcun indizio di variabilità.

Si potrebbe pensare invece ad una estinzione maggiore per la stella 3, che è bianca, in confronto alla 1, che è giallognola, e si sa che l'aria atmosferica assorbe i raggi verso il violetto più fortemente di quelli verso

il rosso (1); ma intanto Müller ha trovato, proprio in contraddizione con questa legge fisica, una estinzione maggiore per le stelle gialle o rossastre che non per quelle bianche (2) e attribuisce questa discordanza a fenomeni d'indole fisiologica.

Del resto, ammesso pure che la detta legge fisica (che si suol chiamare dell'assorbimento selettivo) possa spiegare una parte della discordanza fra il nostro risultato e la tabella di Potsdam, resta a vedere se la differenza di colore delle due stelle è tanta da spiegarne l'intero importo. Per l'esatta valutazione di questa differenza di colore bisognerebbe ricorrere allo spettroscopio, ma anche così a occhio e croce si può ammettere che la differenza, nei riguardi dell'assorbimento, fra la radiazione d'una stella giallognola e quella d'una stella bianca dovrebbe essere minore di quella che intercede fra il complesso delle radiazioni che impressionano l'occhio e il complesso delle radiazioni che impressionano una lastra fotografica, perchè i massimi d'intensità dello spettro d'una stella giallognola e di quello d'una stella bianca sono certo molto più ravvicinati fra loro che non il massimo dell'azione visiva (giallo) e quello dell'azione chimica (violetto). Ora è noto che l'estinzione fotografica si ritiene (Schaeberle) come il doppio di quella visuale, mentre nel caso nostro abbiamo una differenza dal semplice al triplo. Dunque l'assorbimento selettivo non può spiegare che una piccolissima parte della discordanza che ci preoccupa.

Cause d'errore d'indole strumentale non sono del tutto da escludere, perchè la cosiddetta costante del cuneo (rapporto fra una data differenza di grandezza stellare e il corrispondente spostamento del cuneo espresso in millimetri) può variare leggermente lungo il cuneo, ed è certo che le due stelle si estinguevano in regioni alquanto diverse del cuneo, a seconda dell'assorbimento subito per parte dell'atmosfera. Ma i punti d'estinzione non uscirono mai dall'intervallo fra 34 e 54 mm. dall'estremità più sottile del cuneo, e questa si può considerare come la regione centrale (3), cioè quella appunto per la quale il valore della costante è più sicuro, e una differenza sistematica di due decimi di grandezza,

(1) È per questa ragione che gli astri molto luminosi, specialmente il Sole e la Luna, appaiono sempre rossastri in vicinanza dell'orizzonte.

(2) L. c., pag. 133.

(3) Il cuneo è lungo circa 7 cm., ma non si presta alle misure d'estinzione pei primi 10 o 12 mm., perchè il campo appare ivi troppo chiaro e l'estinzione rimane quindi più incerta, o almeno segue una legge diversa da quelle regioni dove il campo rimane assolutamente oscurato. Quindi la regione da 34 a 54 mm. è circa a metà dell'intervallo utile del cuneo.

dipendente da errore della costante, nella misura d'un intervallo di mezza grandezza appena ($0^m.54$) è assolutamente inammissibile.

Escluse dunque le varie cause d'errore che abbiamo successivamente esaminate, cioè: 1° le condizioni anormali dell'atmosfera; 2° la variabilità o la differenza di colore delle due stelle; 3° le cause d'errore strumentali, bisogna concludere che il dilemma rimane circoscritto fra l'aria di Catania e quella di Potsdam, e cioè: o la trasparenza dell'aria nei mesi estivi, nei quali non cade goccia d'acqua, è a Catania normalmente assai scarsa, tanto che l'atmosfera assorbe circa il triplo di luce (1) di quanto assorbe a Potsdam, ovvero la tabella empirica di Potsdam corrisponde anche fra 50° e 80° di dist. zenitale piuttosto a condizioni eccezionali che a condizioni medie di trasparenza.

Müller e Kempf affermarono già nelle loro note ricerche sull'estinzione eseguite nel 1894, qui a Catania e sull'Etna, che il cielo stellato

---

(1) L'assorbimento non si può identificare coll'estinzione, mentre questa è soltanto una conseguenza di quello. Per ricavare dal nostro risultato (estinzione tripla) le necessarie conseguenze per i rapporti dell'assorbimento a Catania e a Potsdam, bisogna richiamare alcune formole fondamentali della teoria dell'estinzione. In base alla teoria di Bouguer-Laplace, detta J_0 l'intensità luminosa d'un astro allo zenit, J_z quella corrispondente alla distanza zenitale z, $F(z)$ la massa d'aria attraversata dai raggi incidenti sotto la detta D. Z. e infine p il coefficiente di trasmissione dell'atmosfera in direzione verticale (cioè la percentuale di intensità J_0 che perviene alla superficie terrestre), sussiste la relazione (cfr. MÜLLER: l. c., pag. 134):

$$\log \frac{J_0}{J_z} = -\log p \left[F(z) - 1 \right].$$

Trasformando le intensità in grandezze stellari fotometriche mediante la relazione:

$$\mathrm{Gr.} = 1 - \frac{\log i}{0.4},$$

e indicando con G_0 e G_z le grandezze corrispondenti allo zenit e alla dist. zenitale z, la relazione diventa:

$$G_z - G_0 = -\frac{\log p}{0.4} \left[F(z) - 1 \right].$$

La differenza $G_z - G_0$ misura appunto l'estinzione. Se dunque l'estinzione a Catania è il triplo che a Potsdam, vuol dire che il coefficiente di trasmissione p_c a Catania è legato al coefficiente analogo p per Potsdam dalla relazione:

$$\log p_c = 3 \log p \quad \text{ossia} \quad p_c = p^3.$$

Ammesso quindi per p, secondo Müller, il valore normale 0.835 (l. c., pag. 135), se ne ricava per Catania $p_c = 0.58$. Ciò vuol dire che mentre l'atmosfera sopra Potsdam assorbirebbe, secondo la teoria di Bouguer-Laplace, appena 0.165 della radiazione totale d'un astro allo zenit, l'atmosfera sopra Catania assorbirebbe invece 0.42, cioè più di 2 volte e 1/2 tanto.

non apparve mai loro, specialmente in Catania, così limpido come suol essere a Potsdam. Uguale fu l'impressione che ne ebbi io 10 anni dopo col ricordo recente dell'aspetto del cielo in Heidelberg, e in conclusione io propendo ad ammettere che la vera superiorità del cielo siciliano si riduca in sostanza al maggior numero di giorni sereni nel corso dell'anno e al Sole, naturalmente più sfolgorante, perchè più alto; ma il cielo stellato dovrebbe apparire più bello — quando è bello! — sulle rive della Havel e del Neckar, anzichè ai piedi dell'Etna.

D'altra parte è anche probabile che il prof. Müller fosse più rigoroso nella scelta di giorni adatti a ricerche sull'estinzione, di quello che si può essere nelle osservazioni correnti di stelle variabili, dove la determinazione dei massimi o dei minimi richiede bene spesso di utilizzare qualunqne giorno anche mediocremente sereno, e appunto l'ultimo massimo di Mira Ceti si è presentato in condizioni più difficili del solito per la grande prossimità al Sole, cosicchè si richiedeva la massima intensità di osservazione per poter ricavare una curva discreta. Questa considerazione attenuerebbe naturalmente il giudizio sfavorevole che si potrebbe trarre dal nostro risultato per le condizioni di trasparenza a Catania.

A. Bemporad.

ELEMENTI DI ASTRONOMIA SFERICA

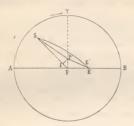
Lezioni di G. V. SCHIAPARELLI

(da manoscritto dell'anno 1896)

XXIX. *Variazioni delle ascensioni rette e delle declinazioni degli astri per effetto della precessione.* — Rappresentiamo nel piano della figura l'equatore celeste, sul cui piano proiettiamo ortograficamente la sfera. Sia P il polo boreale e ♈ l'equinozio di primavera, dal quale si contano le ascensioni rette nel senso indicato dalla saetta. Sarà A B il coluro dei solstizii, sul quale si troverà il polo E dell'eclittica, dalla parte del solstizio d'inverno, e ad una distanza P E = obliquità dell'eclittica $= \varepsilon$. Essendo S una stella qualunque, di ascensione retta α e di declinazione δ, sarà

$$\text{ang. } ♈ P S = \alpha$$
$$S P = \text{distanza polare} = 90^\circ - \delta.$$

Dopo un anno il polo dell'equatore avrà descritto intorno ad E, nel senso retrogrado (§ XXVII), un arco P P′ d'ampiezza uguale alla precessione totale 50″,25 ; perchè tale è lo spostamento effettivamente osservato dell'equinozio lungo l'eclittica. Ma P P′ non è un arco di cir-

colo massimo: esso appartiene a un circolo minore descritto col raggio $= \sin \varepsilon$, e perciò in lunghezza effettiva abbiamo

$$P\,P' = 50'',25 \sin \varepsilon. \qquad [1]$$

Nello stesso intervallo di un anno l'obliquità P E si sarà ridotta a P′ E′, e la nuova posizione del polo dell'eclittica sarà E′. Chiamiamo $\Delta \alpha$ e $\Delta \delta$ le variazioni dell'ascensione retta e della declinazione della stella S, prodotte dalla precessione. Se da P′ abbassiamo l'arco P′ I perpendicolare a S P, avremo senza errore sensibile $S\,I = S\,P'$ e quindi

$$S\,P = S\,P' + I\,P$$

ossia

$$90^\circ - \delta = 90^\circ - (\delta + \Delta \delta) + I\,P$$

cioè

$$\Delta \delta = I\,P. \qquad [2]$$

Ma il piccolissimo triangolo sferico P′ I P, rettangolo in I, si può considerare come piano, e inoltre possiamo ritenere P P′ perpendicolare ad A B.

Così abbiamo

$$I P = P P' \cos P' P I = P P' \cos \alpha,$$

ossia, per le [1] e [2],

$$\Delta \delta = 50'',25 \sin \varepsilon \cos \alpha. \qquad [3]$$

Questa è l'espressione della precessione annua in declinazione. Per avere quella in ascensione retta, osserviamo che nel triangolo sferico S P E l'angolo in P vale $90^\circ + \alpha$, e che quindi si ha

$$\cos S E = \cos \varepsilon \sin \delta - \sin \varepsilon \cos \delta \sin \alpha. \qquad [4]$$

Ma la variazione annua E E' dell'obliquità è tanto piccola, che nello spazio di un anno si può senza errore sensibile ritenere fisso il polo E dell'eclittica, mentre il polo dell'equatore passa da P in P'.

Differenziamo dunque la [4] nell'ipotesi di ε costante, e avremo

$$0 = \cos \varepsilon \cos \delta \,.\, \Delta \delta + \sin \varepsilon \sin \alpha \sin \delta \,.\, \Delta \delta - \sin \varepsilon \cos \delta \cos \alpha \,.\, \Delta \alpha.$$

Sostituendo qui per $\Delta \delta$ il suo valore [3], e togliendo i fattori inutili, risulta

$$\Delta \alpha = 50'',25 \cos \varepsilon + 50'',25 \sin \varepsilon \,\mathrm{tg.}\, \delta \sin \alpha. \qquad [5]$$

Nelle formule [5] e [3] le quantità $50'',25 \cos \varepsilon$, $50'',25 \sin \varepsilon$ sono eguali per tutte le stelle, e possono riguardarsi come costanti per un tempo non lunghissimo; esse variano però lentamente col tempo. Si suole indicare queste due quantità coi simboli m, n; e le formule di precessione annua sono date nelle Effemeridi sotto la forma

$$\Delta \alpha = m + n \,tg\, \delta \sin \alpha$$
$$\Delta \delta = n \cos \alpha.$$

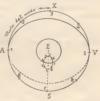
Secondo Bessel si ha:

Epoca	Precessione annua lunisolare	Precessione annua totale	Obliquità	m	n
1800	50'',3635	50'',2235	23° 27' 53'',81	46'',0437	20'',0596
1850	50, 3514	50, 2357	23 27 29, 61	46, 0591	20, 0547
1900	50, 3392	50, 2479	23 27 5, 39	46, 0745	20, 0499
1950	50, 3270	50, 2601	23 26 41, 15	46, 0900	20, 0450
2000	50, 3148	59, 2724	23 26 16, 91	46, 1054	20, 0402

La lenta variazione cui è soggetta la precessione totale nel corso dei secoli dipende dalle irregolarità del moto dell'equatore, il quale non è nè uniforme nè di ben determinato periodo; e dalla variazione dell'obliquità dell'eclittica, la quale fa sì che le azioni del Sole e della Luna sullo sferoide terrestre non sono intieramente uniformi nel lungo andare dei tempi.

XXX. *Nutazione dell'asse terrestre.* — Il Sole e la Luna, movendosi in piani diversi da quello dell'equatore terrestre, imprimono colle loro attrazioni all'asse del nostro sferoide quel moto conico di cui abbiamo parlato e che costituisce il fenomeno della precessione lunisolare. Però tal moto rappresenta solamente la parte progressiva dell'effetto dei due luminari. Siccome l'uno e l'altro non si trovano sempre alla medesima distanza dalla Terra, e siccome le linee ad essi condotte fanno angoli variabili col piano dell'equatore terrestre, è da aspettarsi che la precessione lunisolare non sia affatto uniforme, ma subisca alcune variazioni dipendenti dal periodo dei movimenti del Sole e della Luna. È quanto l'osservazione e la teoria confermano.

L'insieme di queste parti periodiche della precessione lunisolare è compreso sotto il nome di *nutazione*, e vi si distinguono tre effetti principali di diverso periodo:

1° *La nutazione solare.* — Per comprenderne l'effetto, rappresentiamo col circolo A S V X l'eclittica, sia A l'equinozio di primavera, S il solstizio estivo, e la saetta rappresenti l'ordine dei segni o delle longitudini. Sia E il polo dell'eclittica, M N quel circolo minore, che il polo dell'equatore descrive intorno ad E per effetto del moto conico dell'asse terrestre. Il coluro dei solstizii essendo rappresentato da E S, la posizione del polo dell'equatore sarà I: o piuttosto, sarebbe I, quando non avesse luogo la nutazione. In virtù della nutazione solare il punto I non è occupato dal polo dell'equatore, ma dal centro di una piccola ellisse $\overline{1\,2\,3\,4}$, la quale viene percorsa con moto periodico dal polo dell'equatore nell'intervallo preciso di un mezzo anno tropico, dunque in giorni 182.62111. Di questa ellisse il diametro maggiore $\overline{1\,3}$ è $1'',1013$ di circolo massimo, il diametro minimo $\overline{2\,4} = 1'',0105$ e il rapporto dei

due diametri è uguale al coseno dell'obliquità dell'eclittica (1). Le fasi poi del movimento sono tali che dividendo l'eclittica in 8 parti uguali coi punti 1, 2, 3 . . . . . 8, il polo dell'equatore si trova in 1 quando il Sole è in 1 o in 5, cioè in uno dei due equinozii: si trova in 3 quando il Sole è in uno dei due solstizii, cioè in 3 o in 7: occupa le posizioni 2 e 4 quando il Sole è in uno dei punti 2, 4, 6, 8 del suo corso. Il movimento del polo dell'equatore sulla sua ellisse è diretto, come quello del Sole sull'eclittica. Gli effetti di questo moto sono due.

1. Varia periodicamente la distanza dei due poli dell'equatore e dell'eclittica, ed è facile vedere che detta ⊙ la longitudine del Sole, la distanza di questi poli (cioè *l'obliquità dell'eclittica*) si può rappresentare con

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon + 0'',5506 \cos 2 \odot$$

dove $\varepsilon = E\,1$ è l'obliquità media. Il termine $+ 0'',5506 \cos 2 \odot$ si suol chiamare *nutazione solare in obliquità*.

2. Varia anche periodicamente la posizione dell'equinozio di primavera. Infatti quando il polo dell'equatore si trova per es. in 2, il coluro dei solstizii invece della posizione media E S avrà la posizione E S': quindi il solstizio vero sarà più innanzi che il solstizio medio della piccola quantità S S', che facilmente si trova essere (2)

$$0'',5051 \operatorname{cosec} \varepsilon = 1'',2693.$$

Ne consegue che anche l'equinozio medio si troverà avanzato di tal quantità, e che le longitudini di tutte le stelle ne saranno d'altrettanto diminuite. E considerando le diverse fasi del movimento che ha il polo celeste nella sua piccola orbita, facilmente si trova che quando la longitudine del Sole è = ⊙, le longitudini di tutte le stelle vengono accresciute della quantità

$$- 1'',2693 \sin 2 \odot$$

Questa è la *nutazione solare in longitudine*. La nutazione solare è prodotta dalle variazioni dell'angolo che la linea condotta dalla Terra al Sole fa col piano dell'equatore terrestre.

---

(1) I valori delle costanti sono quelli dati da C. A. F. Peters nella Memoria « Numerus constans nutationis » (Pietroburgo, 1842) e sono ridotti all'epoca 1900 (vedi BRÜNNOW: *Astronomie spherique*, Parigi, 1869, pag. 165 e seg.).

(2) Basta osservare che il raggio del circolo minore M N è = sin ε, e scrivere la proporzionalità degli archi S S', 1 2 ai rispettivi raggi, preso come unità il raggio del circolo massimo.

2° *La nutazione lunare.* — Identico effetto, quanto a forma, produce la variazione periodica di posizione della Luna nella sua orbita: soltanto la grandezza dell'ellisse e il periodo del movimento sono diversi. I due assi dell'ellisse di nutazione lunare stanno anch'essi fra di loro nel rapporto dell'unità al coseno dell'obliquità dell'eclittica: l'asse maggiore $\overline{13}$ è 0″,1771, l'asse minore $\overline{24}$ è 0″,1625. Il periodo è la metà del mese tropico, cioè la metà dell'intervallo tra due ritorni consecutivi della Luna alla longitudine zero, e importa $13^d\ 15^h\ 51^m\ 1/2$.

Gli effetti sull'obliquità dell'eclittica e sulla posizione dell'equinozio di primavera sono di forma affatto identica a quella della nutazione solare. Si ha dunque per la *nutazione lunare in obliquità* l'espressione

$$+\ 0'',0885 \cos 2 ☾ ,$$

essendo indicata con ☾ la longitudine della Luna nell'istante considerato: e per la *nutazione lunare in longitudine* l'espressione

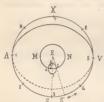
$$-\ 0'',0812 \operatorname{cosec} \varepsilon \sin 2 ☾ = -\ 0'',2041 \sin 2 ☾.$$

3° *La nutazione dei nodi lunari.* — Questa è detta qualche volta semplicemente *nutazione*, perchè è la sola che sia abbastanza grande per rendersi immediatamente sensibile alle osservazioni. L'orbita che la Luna descrive intorno alla Terra non è nel piano dell'eclittica, e fa con questa un angolo di circa 5° 9′. Quindi la Luna sembra descrivere nel cielo un circolo massimo inclinato di 5° sull'eclittica. Ma i *nodi* dell'orbe lunare, cioè le intersezioni del circolo dell'eclittica col circolo descritto dalla Luna, non sono stabili nel cielo, e retrogradano rapidamente in modo da percorrere tutta l'eclittica in 6793 giorni e 1/3. Quindi nasce una variazione periodica nella posizione dell'orbita lunare e nella sua inclinazione sull'equatore terrestre, la quale non ritorna ad essere la medesima che dopo 6793 giorni e 1/3, o 18 anni e 2/3. Le variazioni che nascono nell'azione della Luna sullo sferoide nostro hanno tempo di accumularsi e di rendersi sensibili in questo lungo periodo. La nutazione dei nodi è un fenomeno ancora simile ai precedenti: in essa però il rapporto degli assi $\overline{15}$, $\overline{37}$ è quello del coseno dell'obliquità dell'eclittica al coseno del doppio di questa obliquità; il moto del polo equatoriale lungo l'ellisse è quivi *retrogrado*, come retrogrado è il moto dei nodi dell'orbita lunare sull'eclittica. Finalmente il periodo del moto ellittico del polo equatoriale è uguale all'*intiero* periodo dei nodi, cioè

a 6793 giorni e 1/3: mentre nelle nutazioni lunare e solare il periodo del polo è la *metà* del periodo della Luna e del Sole.

I due assi dell'ellisse sono, secondo Peters,

$$\overline{15} = 18'',4480$$
$$\overline{37} = 13'',7362.$$

Le posizioni rispettive e corrispondenti del polo equatoriale sulla sua ellisse e del *nodo ascendente* dell'orbita lunare (1) sull'eclittica sono indicate nella figura da numeri corrispondenti.

Oltre all'effetto precedente, il moto dei nodi lunari produce ancora un'altra piccola nutazione, il cui periodo è la metà di 6793^d 1/3. Quindi la *nutazione in obliquità* ha in questo caso due termini

$$+ 9'',2240 \cos \Omega - 0'',0896 \cos 2\,\Omega,$$

dove ☊ indica la longitudine del nodo ascendente dell'orbita lunare. E così pure due termini ha la *nutazione in longitudine;* il primo di essi è

$$- 6'',8681 \operatorname{cosec} \varepsilon \sin \Omega = - 17'',2577 \sin \Omega$$

e l'altro termine è

$$+ 0'',2073 \sin 2\,\Omega.$$

La nutazione contenuta nei termini

$$- 0'',0896 \cos 2\,\Omega \quad \text{e} \quad + 0'',2073 \sin 2\,\Omega$$

potrebbe anch'essa rappresentarsi con un moto ellittico, ma il suo effetto è trascurabile rispetto a quello dei termini dipendenti da ☊, cioè dalla longitudine semplice del nodo.

---

(1) Dei due nodi dell'orbita lunare sull'eclittica si chiama *ascendente* quello nel quale la Luna, movendosi, passa dalle regioni australi dell'eclittica alle regioni boreali: *discendente* l'altro.

XXXI. *Effetti della nutazione sull'ascensione retta e sulla declinazione degli astri.* — Per concepire l'effetto totale dei piccoli movimenti ellittici del polo celeste che sopra ho descritto (e a cui corrispondono altrettante piccole oscillazioni coniche dell'asse della Terra), bisogna immaginarli insieme combinati e sovrapposti, ciò che darà origine ad una serie di ondulazioni apparentemente irregolari e disuguali fra loro. Per avere poi gli effetti totali sull'obliquità dell'eclittica e sulla longitudine degli astri, basterà sommare gli effetti parziali, di cui ho dato le espressioni nel § precedente. Avremo così, designando con $\Delta\lambda$ la nutazione totale di longitudine, e con $\Delta\varepsilon$ la nutazione totale di obliquità, e adottando le costanti di Peters (per l'epoca 1900):

$$\Delta\lambda = -1'',2693 \sin 2 \odot - 0'',2041 \sin 2 ☾ - 17'',2577 \sin ☊ + 0'',2073 \sin 2 ☊ \qquad [1]$$

$$\Delta\varepsilon = + 0''.5506 \cos 2 \odot + 0'',0885 \cos 2 ☾ + 9''.2210 \cos ☊ - 0''.0896 \cos 2 ☊ \qquad [2]$$

Consideriamo ora a parte gli effetti di queste due nutazioni sulle ascensioni rette e sulle declinazioni degli astri.

Per quanto riguarda la nutazione in longitudine, le formule saranno analoghe a quelle della precessione. Infatti nel § XXIX ho mostrato che retrogradando l'equinozio di 50'',25, l'ascensione retta α e la declinazione δ di una data stella crescono delle quantità

$$50'',25\,(\cos\varepsilon + \sin\varepsilon \operatorname{tg}\delta \sin\alpha)$$

e

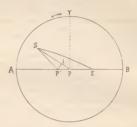
$$50'',25 \sin\varepsilon \cos\alpha,$$

dove ε è l'obliquità dell'eclittica: similmente dunque, crescendo le longitudini della quantità $\Delta\lambda$, o retrogradando l'equinozio della medesima quantità per effetto della nutazione, avremo le variazioni

$$\Delta\alpha = \Delta\lambda\,(\cos\varepsilon + \sin\varepsilon \operatorname{tg}\delta \sin\alpha)$$
$$\Delta\delta = \Delta\lambda \sin\varepsilon \cos\alpha, \qquad [3]$$

dove invece di $\Delta\lambda$ si deve intendere sostituita la sua espressione [1].

Per comprendere invece gli effetti della variazione di obliquità, consideriamo la vicina figura, dove intendiamo che il suo piano rappresenti il piano dell'equatore, sul quale proiettiamo ortograficamente la sfera.

Sia P il polo dell'equatore, non affetto dalla nutazione in obliquità, ♈ l'equinozio di primavera, e quindi A B il coluro dei solstizii. Su questo circolo si troverà il polo E dell'eclittica, dalla parte del solstizio

d'inverno, e ad una distanza $PE = \varepsilon$. Sia S una stella qualunque, di coordinate α e δ. Supponiamo che per la nutazione in obliquità il polo dell'equatore sia portato in P', ad una distanza $PP' = \Delta\varepsilon$. Chiamando $\Delta\alpha$ e $\Delta\delta$ le variazioni che ne conseguono in α e in δ, abbiamo

$$APS = 90^\circ - \alpha \qquad SP = 90^\circ - \delta$$
$$AP'S = 90^\circ - (\alpha + \Delta\alpha) \qquad SP' = 90^\circ - (\delta + \Delta\delta).$$

Se ora eleviamo da P' l'arco P'I perpendicolare a P S, potremo ritenere senza errore sensibile

$$SI = SP'$$

e quindi

$$SP = SP' + IP$$

ossia

$$90^\circ - \delta = 90^\circ - (\delta + \Delta\delta) + IP.$$

Questa relazione si riduce a

$$\Delta\delta = IP = \Delta\varepsilon \cos(90^\circ - \alpha) = \Delta\varepsilon \sin\alpha. \qquad [4]$$

Considerando poi il triangolo sferico P S P′, abbiamo

$$\sin P' : \sin P = \sin S P : \sin S P'$$

cioè

$$\frac{\cos(\alpha + \Delta\alpha)}{\cos\alpha} = \frac{\cos\delta}{\cos(\delta + \Delta\delta)}.$$

Sviluppando $\cos(\alpha + \Delta\alpha)$ e $\cos(\delta + \Delta\delta)$ e facendo

$$\cos\Delta\alpha = 1 \qquad \cos\Delta\delta = 1$$
$$\sin\Delta\alpha = \Delta\alpha \qquad \sin\Delta\delta = \Delta\delta$$

si ottiene

$$(1 - \Delta\alpha \operatorname{tg}\alpha)(1 - \Delta\delta \operatorname{tg}\delta) = 1.$$

Nell'eseguire il prodotto possiamo trascurare il termine in $\Delta\alpha . \Delta\delta$, e così risulta

$$\Delta\alpha \operatorname{tg}\alpha = - \Delta\delta \operatorname{tg}\delta$$

ossia, mettendo per $\Delta\delta$ la sua espressione [4].

$$\Delta\alpha = - \Delta\varepsilon \operatorname{tg}\delta \cos\alpha. \qquad [5]$$

In conclusione, avremo per effetti totali delle due nutazioni in longitudine e in obliquità, secondo le formule [3], [4] e [5].

$$\Delta\alpha = \Delta\lambda(\cos\varepsilon + \sin\varepsilon \operatorname{tg}\delta \sin\alpha) - \Delta\varepsilon \operatorname{tg}\delta \cos\alpha$$
$$\Delta\delta = \Delta\lambda \sin\varepsilon \cos\alpha + \Delta\varepsilon \sin\alpha.$$

Ora qui dobbiamo introdurre per $\Delta\lambda$ e $\Delta\varepsilon$ i loro valori [1] e [2]. Nel fare la sostituzione, eseguiamo i prodotti dei coefficienti numerici per $\cos\varepsilon$ e per $\sin\varepsilon$ prendendo per ε il valore 23° 27′ 5″,39 che corrisponde all'epoca 1900,0 (§ XXIX). In tal maniera otteniamo:

$$\begin{aligned}\Delta\alpha = &- (15'',8321 + 6'',8681 \operatorname{tg}\delta \sin\alpha) \sin ☊ - 9'',2240 \operatorname{tg}\delta \cos\alpha \cos ☊\\ &+ (0'',1902 + 0'',0825 \operatorname{tg}\delta \sin\alpha) \sin 2☊ + 0'',0896 \operatorname{tg}\delta \cos\alpha \cos 2☊\\ &- (1'',1645 + 0'',5051 \operatorname{tg}\delta \sin\alpha) \sin 2\odot - 0'',5506 \operatorname{tg}\delta \cos\alpha \cos 2\odot\\ &- (0'',1872 + 0'',0812 \operatorname{tg}\delta \sin\alpha) \sin 2☾ - 0'',0885 \operatorname{tg}\delta \cos\alpha \cos 2☾\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\delta = &- 6'',8681 \cos\alpha \sin ☊ + 9'',2240 \sin\alpha \cos ☊\\ &+ 0'',0825 \cos\alpha \sin 2☊ - 0'',0896 \sin\alpha \cos 2☊\\ &- 0'',5051 \cos\alpha \sin 2\odot + 0'',5506 \sin\alpha \cos 2\odot\\ &- 0'',0812 \cos\alpha \sin 2☾ + 0'',0885 \sin\alpha \cos 2☾.\end{aligned}$$

Oltre ai termini che abbiamo qui scritti, la teoria indica l'esistenza di altri termini piccolissimi, dipendenti dalle variazioni nelle distanze del Sole e della Luna dalla Terra. Questi termini sono sempre trascurabili, eccetto che per le stelle vicinissime al polo. Le loro espressioni si possono vedere nel Brünnow.

XXXII. *Aberrazione della luce.* — Se la Terra fosse assolutamente fissa nello spazio, un osservatore sovr'essa collocato, vedrebbe le stelle nella direzione stessa secondo cui si stendono le linee rette che dal suo occhio vanno a quelle. Ma la Terra descrive annualmente intorno al Sole un'orbita ellittica di forma poco diversa dalla circolare, il cui piano coincide col piano dell'eclittica; e questo movimento, da noi che ci crediamo fermi nello spazio, riferito al Sole, produce quel moto apparente annuale di questo, che abbiamo più sopra descritto nel § XXI. Tutti i fenomeni di cui si è allora parlato appartengono non al moto del Sole, ma al moto della Terra; colla sola differenza, che mentre noi vediamo il Sole in una certa direzione, uno spettatore collocato nel Sole vedrebbe la Terra nella direzione diametralmente opposta. Quindi potremo ritener come certo, che la Terra descrive intorno al Sole una ellisse secondo la legge delle aree proporzionali ai tempi: la sua minima distanza dal Sole (o il suo *perielio*) corrisponderà al momento in cui dalla Terra il Sole ci appare *perigeo*; e così la Terra si porterà alla massima distanza (o all'*afelio*) quando il Sole a noi appare *apogeo*.

Considerata dal Sole, la longitudine della Terra si riferirà a quel punto dell'eclittica celeste che è diametralmente opposto al punto in cui dalla Terra si vede il Sole; onde si dirà che la longitudine *eliocentrica* della Terra (cioè la longitudine della Terra veduta dal Sole) è uguale alla longitudine *geocentrica* del Sole (cioè alla longitudine del Sole veduto dalla Terra) accresciuta o diminuita di 180°. Ambedue queste longitudini crescono nel medesimo senso.

La velocità con cui la Terra procede nella sua orbita annuale è variabile, ma entro stretti limiti; il suo valore medio può assumersi di 29.500 metri per secondo di tempo, ed i valori estremi non differiscono da questo che di circa una sessantesima parte. La velocità della luce emessa dagli astri è di 300.000 chilometri per minuto secondo, circa diecimila volte più grande di quella della Terra. Questo rapporto, sebbene grandissimo, non è però infinitamente grande; quindi la direzione, secondo cui l'osservatore terrestre riceve l'impressione dei raggi luminosi, cioè quella del moto *relativo* delle onde luminose e della Terra, differisce sensibilmente da quella del moto *assoluto* delle medesime onde, ossia

della linea retta che unisce la stella allo spettatore nell'istante dell'osservazione. Onde avviene che la direzione in cui un astro è *veduto* non è identica a quella lungo cui l'astro effettivamente *esiste*. In questa differenza sta il fenomeno dell'*aberrazione della luce*.

Perchè si comprenda chiaramente la natura di questo importante fenomeno, consideriamo un arco P Q dell'orbita terrestre, che si possa considerare come rettilineo: la saetta indichi la direzione secondo cui la Terra si move; e da un astro S un raggio di luce raggiunga la Terra nell'istante in cui essa si trova in T. Un secondo di tempo prima dell'arrivo in T il raggio luminoso (o l'onda) si trovava nel punto L, distante da T 300.000 chilometri. Nel medesimo istante la Terra si trovava in *t* alla distanza T *t* di chilometri 29 1/2; e se l'onda luminosa avesse potuto manifestarsi già allora allo spettatore, questi stando in *t* l'avrebbe scorta nella direzione *t* L. Un mezzo secondo dopo, l'onda si

trovava in L' a metà strada fra L e T, e la Terra in *t'* a metà strada fra *t* e T; la direzione dell'onda relativamente allo spettatore era allora *t'* L' parallela a *t* L. Si vede adunque che la caduta dell'onda luminosa sull'occhio dello spettatore succede non nella direzione S T del moto assoluto dell'onda, ma nella direzione del moto relativo dell'onda luminosa e della Terra, direzione che è parallela alle rette L *t*, L'*t'*. Dunque, quando lo spettatore arriverà in T, egli non vedrà l'astro secondo la linea T S, ma secondo la linea T Σ parallela a *t* L. E la deviazione della direzione *apparente* T Σ dalla direzione *vera* T S dicesi *aberrazione*.

Il suo calcolo è facile. Primieramente le tre linee T S, T Σ, T Q essendo nel medesimo piano, si vede che l'aberrazione opera secondo il circolo massimo che unisce l'astro S a quel punto della sfera celeste

verso cui tende il moto della Terra, o la linea P Q indefinitamente prolungata.

A questo punto (che suolsi chiamare *apice* del movimento terrestre), la stella S sembra avvicinata della quantità angolare S T Σ, che chiameremo ω. Dicasi i l'angolo che la retta T Σ fa colla direzione T Q dell'apice; v la velocità della Terra, cioè T t; V la velocità della luce, ossia T L; avremo nel triangolo t L T, osservando che l'angolo in L non è altro che l'aberrazione ω, e che l'angolo in t è lo stesso che Σ T Q od i:

$$\sin \omega = \frac{v}{V} \sin i.$$

Essendo ω sempre di pochi secondi, si può sostituirlo al suo seno e scrivere

$$\omega = 206264'',8 \frac{v}{V} \sin i.$$

Da osservazioni recenti la costante è risultata uguale a 20''.50; cioè si ha

$$\omega = 20'',50 \sin i$$

Tale è la quantità di cui bisogna immaginare che la posizione *apparente* della stella sia allontanata dall'apice, se si vuol conoscere la direzione *vera* in cui la stella esiste. La quantità 20'',50 si chiama la *costante dell'aberrazione* (1).

L'effetto dell'aberrazione è massimo per gli astri lontani 90° dall'apice, e nullo nell'apice e nel punto opposto; nelle altre parti del cielo è proporzionale al seno della distanza apparente dell'astro dall'apice.

XXXIII. *Aberrazione in longitudine e in latitudine: ellisse d'aberrazione.* — In questo problema è permesso fare astrazione dalle variazioni assai poco sensibili della velocità della Terra nella sua orbita, e dall'eccentricità dell'orbita stessa; onde considereremo il moto dell'osservatore intorno al Sole come circolare ed uniforme. In tale supposizione poniamo che la Terra si trovi in T, movendosi nel senso T H delle longitudini; la direzione dell'apice sarà segnata sulla sfera celeste dalla

(1) Il valore qui adottato è la media semplice di 4 valori ben concordi. Vedi R. Wolf: *Handbuch der Astronomie* (Zurigo, 1890-92), vol. I, pag. 552 e vol II, pag. 89. Per molto tempo fu usato, e si usa tuttora, il valore 20'',445 determinato da W. Struve nel 1843.

tangente P Q o dalla sua parallela S q indefinitamente prolungata. Ora la direzione S T segna sull'eclittica celeste la longitudine eliocentrica della Terra; la direzione S q quella dell'apice; ed è chiaro che l'angolo q S T è retto. *La longitudine dell'apice sull'eclittica è dunque uguale alla longitudine della Terra accresciuta di 90°.*

Sebbene le dimensioni dell'orbita che la Terra descrive intorno al Sole siano enormi (la distanza media è di 80 milioni di miglia italiane) noi potremo tuttavia attribuire alla sfera celeste apparente (vedi § VI) dimensioni tali, che rispetto ad esse, l'orbita della Terra non appaia che come un punto. In tale supposizione sia A P B quella metà di detta sfera che è al nord del piano dell'eclittica, o dell'orbita della Terra; ♈ A T' B questo piano; ♈ l'equinozio di primavera, da cui si contano le longitudini nel senso indicato dalla saetta. Sia poi T' quel punto dell'eclittica dove è vista la Terra T, considerata dal centro del Sole. Sarà ♈ A T' la longitudine eliocentrica della Terra, che chiameremo L. La longitudine dell'apice sarà (come sopra fu detto) 90° + L, e quindi se prendiamo l'arco T' E = 90°, sarà E l'apice del movimento terrestre, e la retta T E sarà la direzione secondo cui la Terra si move nell'istante considerato.

Una stella qualunque S, senza l'effetto dell'aberrazione, sarebbe veduta dalla Terra T nella direzione T S: l'aberrazione la trasporterà da S verso l'apice E, lungo il circolo massimo S E, alla distanza

$$S\Sigma = 20'',50 \sin \Sigma E.$$

Invece di Σ E possiamo sostituire qui, senza errore apprezzabile, S E che ne differisce di pochi secondi, e scrivere

$$S\Sigma = 20'',50 \sin S E.$$

Conducasi ora per P (polo dell'eclittica) e per la stella, il circolo di latitudine P S H: conformemente alle definizioni date al § XXIII, sarà

Υ H la longitudine della stella, che chiameremo λ, e H S la sua latitudine, che chiameremo β. Se dalla posizione apparente Σ abbassiamo l'arco Σ I perpendicolare al circolo di latitudine S H, il piccolissimo triangolo sferico S I Σ si potrà considerare come piano, e avremo

$$\mathrm{I\,\Sigma = S\,\Sigma \sin S = 20'',50 \sin S\,E \sin S}$$
$$\mathrm{S\,I = S\,\Sigma \cos S = 20'',50 \sin S\,E \cos S.}$$

Ora tracciamo il circolo di latitudine P Σ K: sarà $\Delta\lambda = \mathrm{H\,K}$ l'*aberrazione in longitudine*, cioè la quantità che bisogna aggiungere alla longitudine *vera* Υ H per avere l'*apparente* Υ K. Similmente l'*aberrazione in latitudine* sarà $\Delta\beta = -\mathrm{S\,I}$, perchè questa è la quantità che bisogna aggiungere alla latitudine *vera* H S per ottenere l'*apparente* H I = K Σ. Ma è manifesto che

$$\mathrm{H\,K = I\,\Sigma \sec \beta,}$$

dunque abbiamo

$$\Delta\lambda = \mathrm{H\,K} = + 20'',50 \sin \mathrm{S\,E} \sin \mathrm{S} \sec \beta$$
$$\Delta\beta = -\mathrm{S\,I} = - 20'',50 \sin \mathrm{S\,E} \cos \mathrm{S}.$$

Ora si tratta di esprimere le quantità sin S E sin S e sin S E cos S in funzione di quantità note. Cominciamo dall'osservare che:

$$\sin \mathrm{S\,E} \cos \mathrm{S} = \sin \mathrm{S\,E} \sin \mathrm{S} \cot \mathrm{S}.$$

Ciò posto, dal triangolo sferico rettangolo S H E si deduce

$$\sin \mathrm{S} = \frac{\sin \mathrm{H\,E}}{\sin \mathrm{S\,E}} \qquad \cot \mathrm{S} = \cot \mathrm{H\,E} \sin \mathrm{S\,H};$$

ma

$$\mathrm{H\,E} = \text{long. di E} - \text{long. di S} = 90^\circ + \mathrm{L} - \lambda = 90^\circ - (\lambda - \mathrm{L}).$$

dunque

$$\sin \mathrm{S\,E} \sin \mathrm{S} = \cos (\lambda - \mathrm{L})$$
$$\cot \mathrm{S} = \mathrm{tg}\,(\lambda - \mathrm{L}) \sin \beta$$

e per conseguenza

$$\sin \mathrm{S\,E} \cos \mathrm{S} = \sin (\lambda - \mathrm{L}) \sin \beta.$$

Ora sostituiamo nelle espressioni di $\Delta\lambda$ e $\Delta\beta$, e avremo

$$\Delta\lambda = +20'',50 \sec\beta \cos(\lambda - L)$$
$$\Delta\beta = -20'',50 \sin\beta \sin(\lambda - L).$$

Invece della longitudine eliocentrica L della Terra si preferisce introdurre direttamente la longitudine geocentrica ⊙ del Sole, che è data senz'altro dalle Effemeridi; per quel che si è visto in principio del presente § è manifesto che tra queste due longitudini sta la relazione costante

$$\odot = L \pm 180^\circ.$$

Introducendo ⊙ invece di L si ha

$$\Delta\lambda = -20'',50 \sec\beta \cos(\lambda - \odot)$$
$$\Delta\beta = +20'',50 \sin\beta \sin(\lambda - \odot).$$

Tale è l'aberrazione in longitudine e in latitudine di una stella che ha le coordinate λ e β, nell'istante in cui il Sole ha la longitudine ⊙. Si vede che questo è un fenomeno periodico che torna a riprodursi con fasi identiche dopo l'intervallo di un anno. In virtù dell'aberrazione la stella non appare fissa in S, ma sembra descrivere ogni anno una piccola curva chiusa intorno a S. Di questa curva si può considerare S I come l'ascissa x, e I Σ come l'ordinata y. Ora si ha

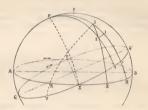
$$x = \mathrm{S\,I} = -\Delta\beta = -20'',50 \sin\beta \sin(\lambda - \odot)$$
$$y = \mathrm{I}\,\Sigma = \Delta\lambda \cos\beta = -20'',50 \cos(\lambda - \odot.$$

Quadrando e sommando, per eliminare la variabile $\lambda - \odot$, nasce la relazione tra x e y, o l'equazione della curva:

$$\frac{x^2}{(20'',50)^2 \sin^2\beta} + \frac{y^2}{(20'',50)^2} = 1.$$

La curva è dunque una piccola ellisse, di cui il semiasse parallelo all'eclittica è 20",50 (lo stesso quindi per tutte le stelle), e il semiasse perpendicolare è 20",50 sin β. Per le stelle poste nel polo dell'eclittica si ha $\beta = 90^\circ$, e l'ellisse d'aberrazione è un circolo di 20",50 di raggio. Per le stelle collocate lungo l'eclittica invece l'ellisse d'aberrazione si riduce ad una linea retta lunga 41",00.

XXXIV. *Aberrazione in ascensione retta e in declinazione.* — Rappresenti, come sopra, A P B la sfera celeste, ♈ A X B l'eclittica, ed E l'apice del movimento terrestre; la longitudine di E sarà $= 90° + L$. Sia inoltre P′ il polo boreale, ♈ Q X Q′ l'equatore celeste, ed S la po-

sizione vera di una stella. Le longitudini e le ascensioni rette sono contate a partire da ♈ nel senso delle rispettive saette. Per effetto dell'aberrazione la stella non si vedrà in S, ma sarà avvicinata ad E della quantità

$$S\,\Sigma = 20'',50 \text{ sin } S\,E.$$

Dunque per questo fatto l'ascensione retta della stella verrà diminuita della quantità $s\,i = \Sigma\,I \sec \delta$, e la declinazione diminuirà della quantità S I. Chiamando $\Delta\,\alpha$ e $\Delta\,\delta$ gli effetti dell'aberrazione sulle coordinate equatoriali della stella, e indicando con S l'angolo E S H, avremo

$$\Delta\,\alpha = -\Sigma\,I \sec \delta = -20'',50 \text{ sin } S\,E \text{ sin } S \sec \delta$$
$$\Delta\,\delta = -S\,I = -20'',50 \text{ sin } S\,E \cos S.$$

Si tratta ora di esprimere le due quantità sin S E sin S e sin S E cos S in funzione di quantità note (1).

(1) Bisogna badare che nel § precedente S era l'angolo nella stella compreso tra il circolo massimo che va all'apice e il circolo di latitudine della stella, mentre qui rappresentiamo con S l'angolo tra lo stesso circolo massimo che va all'apice e il circolo di declinazione della stella. I due angoli differiscono tra loro dell'angolo compreso tra il circolo di latitudine e il circolo di declinazione, angolo che nel § XXIII abbiamo detto che si chiamava anticamente *angolo di posizione*.

Nel triangolo sferico S E H si ha dalla proporzione dei seni

$$\sin SE \;\; \sin S = \sin EH \;\; \sin H;$$

ma

$$EH = AH - AE$$

e quindi

$$\sin SE \sin S = \sin H (\sin AH \cos AE - \cos AH \sin AE) \qquad [1]$$

Ora essendo A il punto solstiziale estivo, la sua longitudine è $= 90°$. Quella di E è $90° + L$, essendo L, al solito, la longitudine eliocentrica della Terra. Dunque

$$AE = \text{long. di } E - \text{long. di } A = L. \qquad [2]$$

Osservando poi che nel triangolo P′A H rettangolo in A si ha

$$\text{lato } P'A = 90° - PP' = 90° - \varepsilon$$
$$\text{ang. } P' = \alpha - 90° = -(90° - \alpha),$$

la proporzione dei seni

$$\sin AH : \sin P'A = \sin P' : \sin H$$

diventa

$$\sin H \sin AH = - \cos \varepsilon \cos \alpha. \qquad [3]$$

Rimane da trovare l'espressione di sin H cos A H. Perciò conduciamo l'arco P′ X, che sarà evidentemente $= 90°$; poichè X è l'equinozio d'autunno, sarà:

$$\text{ang. } XP'H = \alpha - 180°$$
$$XH = AH - 90° = -(90° - AH).$$

Dunque la proporzione dei seni nel triangolo P′ X H dà

$$\sin XH : \sin P'X = - \sin \alpha : \sin H$$

ossia

$$\frac{-\cos AH}{1} = \frac{-\sin \alpha}{\sin H}$$

od anche

$$\sin H \cos AH = + \sin \alpha \qquad [4]$$

Sostituendo i valori [3] e [4] nell'espressione [1] e badando alla [2], si ottiene:

$$\sin SE \sin S = -\cos\varepsilon \cos\alpha \cos L - \sin\alpha \sin L,$$

ossia mettendo invece di L l'equivalente $\odot \pm 180^\circ$,

$$\sin SE \sin S = \cos\varepsilon \cos\alpha \cos\odot + \sin\alpha \sin\odot.$$

Dunque abbiamo:

$$\Delta\alpha = -20'',50 \sec\delta (\cos\varepsilon \cos\alpha \cos\odot + \sin\alpha \sin\odot). \quad [5].$$

Questa è l'espressione dell'aberrazione in ascensione retta.

Per ottenere quella in declinazione, dobbiamo cercare l'espressione della quantità sin S E cos S. Conduciamo da S l'arco di circolo massimo S R V perpendicolare al circolo di declinazione P' S H; l'equatore Q X Q' essendo anch'esso perpendicolare a questo circolo di declinazione, è chiaro che il punto V sarà il polo di P' S H, e l'angolo in V sarà misurato dalla declinazione i S della stella. Il triangolo S R E dà la relazione:

$$\sin SE \sin \widehat{RSE} = \sin RE \sin \widehat{SRE},$$

ma

$$RSE = \widehat{RSH} - \widehat{ESH} = 90^\circ - S,$$

dunque

$$\sin SE \cos S = \sin RE \sin \widehat{SRE}. \quad [6]$$

Designamo semplicemente con R l'angolo S R E, e notiamo che

$$RE = RX + XE$$

e che

$$XE = AE - AX = L - 90^\circ,$$

per cui

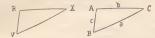
$$RE = RX + L - 90^\circ = RX - (90^\circ - L).$$

Sostituendo nella [6] si ha:

$$\sin SE \cos S = \sin R (\sin RX \sin L - \cos RX \cos L). \quad [7]$$

Ma il triangolo R V X dà:

$$\sin R \,\sin RX = \sin V \,\sin V X$$
$$\sin R \,\cos R X = \cos V \,\sin X + \sin V \,\cos X \,\cos V X.$$

Di queste due relazioni, la prima è semplicemente la proporzione dei seni, e la seconda è una delle equazioni della Trigonometria sferica;

formula che nel triangolo tipico avente i lati a, b, c e gli angoli A, B, C si scrive così:

$$\sin A \,\cos b = \cos B \,\sin C + \sin B \,\cos C \,\cos a.$$

Ora, in questo triangolo R V X l'angolo V è, come s'è detto, $= \delta$; l'angolo X, compreso tra l'eclittica e l'equatore, è l'obliquità dell'eclittica, ossia ε; e il lato $V X = V i - X i = 90° - X i$. Ma l'arco $X i$ misura l'angolo

$$X P' i = Q P' i - Q P' X = \alpha - 90° - 90° = \alpha - 180°;$$

dunque:

$$V X = 90° - (\alpha - 180°) = 270° - \alpha$$

e quindi:

$$\sin V X = -\cos \alpha \qquad\qquad \cos V X = -\sin. \alpha.$$

Dunque abbiamo:

$$\sin R \,\sin R X = -\sin \delta \,\cos \alpha$$
$$\sin R \,\cos R X = + \cos \delta \,\sin \varepsilon - \sin \delta \,\cos \varepsilon \,\sin \alpha.$$

Sostituendo queste espressioni nella [7], troviamo:

$$\sin S E \,\cos S = -\sin \delta \,\cos \alpha \,\sin L - (\cos \delta \,\sin \varepsilon - \sin \delta \,\cos \varepsilon \,\sin \alpha) \cos L.$$

Ma noi avevamo:

$$\Delta \delta = - 20'',50 \,\sin S E \,\cos S,$$

dunque ora abbiamo:

$$\Delta\delta = + 20''50 \,(\cos\delta \sin\varepsilon - \sin\delta \cos\varepsilon \sin\alpha) \cos L$$
$$+ 20''50 \sin\delta \cos\alpha \sin L,$$

e qui ponendo $\odot \pm 180°$ invece di L,

$$\Delta\delta = + 20'',50 \,(\cos\varepsilon \sin\delta \sin\alpha - \sin\varepsilon \cos\delta) \cos\odot$$
$$- 20'',50 \sin\delta \cos\alpha \sin\odot. \qquad [8]$$

Le due formole [5] e [8] dànno le correzioni che bisogna applicare, in conseguenza dell'aberrazione, alla direzione *vera* di una stella, per ottenere la direzione *apparente*.

(*Continua*).

NOTIZIARIO

Astrofisica.

Ricerche fotometriche sull'eclisse solare del 17 aprile 1912. — Avevo appreso dai giornali quotidiani esteri che in Belgio, nel collegio di Nôtre-Dame de la Paix, a Namur, il nostro consocio dott. G. Stein di Amsterdam aveva fatto, a mezzo di un fotometro al potassio colloidale di Elster e Geitel, alcune misure cronometriche dell'intensità luminosa durante lo svolgersi dell'eclisse, con lo scopo di poter dedurre il rapporto di luce tra le regioni centrali e marginali del Sole, e, per conseguenza, il potere assorbente dell'atmosfera solare. Notizia questa che m'indusse a scrivere al collega Stein per domandargli qualche particolare sulle sue osservazioni, e, se fosse stato possibile, per conoscere i risultati a cui egli era pervenuto. Lo Stein gentilmente appagò la mia curiosità in una preziosa lettera dalla quale, con la di lui autorizzazione, tolgo per la Rivista i brani più interessanti.

Prima di parlare delle osservazioni fatte dal dott. Stein, è bene dire qualche parola sul funzionamento del fotometro elettrico; il che servirà a meglio comprendere ciò che segue.

Principio del fotometro elettrico. — Quando i raggi di una sorgente luminosa colpiscono dei conduttori di metallo liscio, carichi di elettricità negativa, la superficie subisce una modificazione tale che la luce causa l'emissione di elettroni negativi. Questo effetto di luce si chiama dispersione fotoelettrica o fenomeno di Hallwachs, dal nome dello scopritore. Fin dal 1902, i professori Elster e Geitel si sono serviti di questo fenomeno per ricerche fotometriche, ed egualmente ne fece uso M. F. Harms nel 1905 a Palma di Maiorca, per determinare durante l'eclisse la curva di luce solare, dalla quale però, a causa delle

nuvole, egli non potè ottenere che il ramo discendente. I professori Elster e Geitel si diedero in seguito a perfezionare il loro fotometro che presentemente è stato reso ultra-sensibile mediante una modificazione colloidale di uno strato di Potassio in un'ampolla piena di Argon o di Helium.

Lo schema delle osservazioni del dott. Stein è il seguente:

B è una batteria d'accumulatori di 220 volts; C = Commutatore; G = Galvanometro; A è l'ampolla di vetro con lo strato P di Potassio e l'elettrodo Pt di Platino.

Supponiamo ora che l'elettrometro sia chiuso. Tra Pt e P c'è una differenza di potenziale di 220 volts, ma non vi esiste corrente, poichè la resistenza tra Pt e P è grandissima. Apriamo l'elettrometro alla luce del Sole: sotto l'azione dei raggi, gli elettroni negativi passano da P a Pt e quindi una corrente elettrica, indicata dal galvanometro G, circola. Siccome si è sperimentato che la corrente è proporzionale all'intensità luminosa, così non rimane che a notare la deviazione del galvanometro per aver poi la curva voluta.

Le osservazioni del dott. Stein. — " Il P. Lucas — dice lo Stein — m'invitò a venire in Namur per osservare l'eclisse, ed io accettai l'invito con interesse e non senza piacere. Speravo di poter contribuire alla questione tanto dibattuta della distribuzione dell'intensità luminosa sul disco solare. Tale questione m'interessava specialmente dal punto di vista delle stelle variabili del tipo d'Algol, poichè, com'è noto, noi usiamo calcolare le dimensioni relative d'un sistema di questo tipo supponendo che l'astro brillante sia un disco circolare d'intensità uniforme. Ora, l'osservazione dell'eclisse solare, ci avrebbe dimostrato di quanto questa supposizione si allontani dal vero. Si potrebbe obiettare che anche al di fuori di un eclisse si può studiare la questione esaminando le diverse parti di un'imagine del Sole; ma tali ricerche sono affette, come ha fatto notare il prof. W. H. Julius, di un errore sistematico: l'influenza della dispersione dei raggi nell'atmosfera terrestre.

" Durante la più gran parte dell'eclisse, il cielo fu chiaro, e mezz'ora prima e dopo l'annularità, fu quasi ideale; in questo intervallo di tempo il galvanometro si muoveva con una uniformità perfetta. Tre quarti d'ora dopo il *maximum*, il Sole fu coperto da leggere nuvole che si dissiparono un po' prima del termine dell'eclisse. Io ho fatto in tutto 1600 letture del galvanometro, 900 delle quali durante l'eclisse. Sento il dovere di dire con riconoscenza che lo strumento si dovette al mecenatismo di M. Jacobs, presidente della Società Belga di Astronomia ".

Il dott. Stein mi promette infine di comunicarmi i risultati delle sue ricerche quando la riduzione delle osservazioni sarà terminata, i quali risultati, io spero dal canto mio, di poter pubblicare, col suo permesso, in queste pagine della Rivista. La detta riduzione sarà fatta seguendo il metodo esposto dal prof. Julius nell'*Astrophysical Journal 23* (1906) 312-323.

PIO EMANUELLI.

Geodinamica.

I terremoti osservati in Italia nel 1908. — Ritengo utile dare un'idea dell'attività sismica della nostra patria durante il 1908, anno che resterà tristamente celebre nella storia per l'inaudita catastrofe di Messina e Reggio C. La statistica si basa sulle notizie raccolte dal R. Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica e finite di pubblicare da pochi mesi (1).

Le scosse di terremoto avvertite dall'uomo e bene identificate per la data e per l'ora in cui avvennero, sommano a circa 450 (2), delle quali c. 120 lievissime, c. 145 lievi, c. 105 sensibili, c. 55 forti, c. 20 fortissime, 4 più o meno rovinose ed 1 disastrosa, ossia quella Calabro-Messinese del 28 dicembre. Naturalmente, è impossibile precisare il numero di parecchie altre scosse, a cui si accenna in modo più o meno vago dai varî relatori, sopratutto in occasione di qualche im-

---

(1) *Notizie sui terremoti osservati in Italia durante l'anno 1908 compilate dal dott.* G. MARTINELLI. Appendice al vol. XV (1911) dei *Boll. della Società Sism. Ital.* Roma 1912. — È da far voti che il Notiziario sismico italiano venga pubblicato con minor ritardo, e sopratutto redatto con minor negligenza. Da un affrettato esame, infatti, a questo del 1908, allo scopo del presente riassunto, mi sono imbattuto in molti e gravi errori ed inesattezze senza numero, per la semplice trascrizione di relazioni già pubblicate da taluni Osservatorî. Si ha da fare non solo con ore, date ed ampiezze equivocate, ma perfino con omissioni e con lo scambio di relazioni sismiche tra di loro. E se tanto è potuto verificarsi per relazioni che sono state prese di sana pianta da Bollettini stampati o litografati, può giustamente nascere il grave dubbio che altrettanto, se non peggio, sia potuto avvenire per le notizie manoscritte, ben più numerose, pervenute all'Ufficio Centrale e che hanno concorso alla maggior parte del grosso volume (ben 645 pagine). E questo sospetto è tanto più fondato quando si pensi che in seguito ad una verifica estesa alle sole relazioni dell'Osservatorio di Rocca di Papa, da me diretto, si è trovato un centinaio di errori d'una certa importanza, dovuti quasi tutti all'incuria del compilatore.

Trattandosi di pubblicazioni che costituiscono la base fondamentale delle ricerche sismologiche e dello studio dei terremoti italiani in particolare, e che importano sacrificio non lieve all'erario tra la stampa e lo stipendio del compilatore, adibito quasi esclusivamente a tale bisogna, mi pare che la raccomandazione fatta di sopra non sia inopportuna. È vero che il signor compilatore non ha mancato di aggiungere un'*Errata-corrige* alla fine del volume, ma le pochissime correzioni (7 in tutto) si riferiscono a sbagli affatto *innocui* e varie tra le medesime, ironia della sorte, sono perfino esse stesse errate!

(2) Effettivamente sarebbero 460 c., ma non si è creduto di prendere in considerazione una diecina tra esse, perchè a causa d'un possibilissimo equivoco di data o di ora, v'è grande probabilità che costituiscano la duplicazione d'altre scosse già riportate. In generale sono fatte passare come scosse premonitorie o repliche d'un terremoto d'una certa importanza, mentre si riferiscono proprio al medesimo. Il compilatore del Notiziario dovrebbe discuterle a fondo e, in caso d'insanabile incertezza, mettere bene in rilievo questa circostanza, allo scopo di non indurre in facile errore chi dovesse utilizzarle nella piena fiducia che si tratti di reali fenomeni sismici. E di siffatte scosse immaginarie non ne mancano anche nei notiziarî degli anni precedenti.

portante periodo sismico e quando il suolo è, si può dire, quasi in continuo movimento. In quanto alle 450 scosse ben determinate, bisogna far notare che una settantina sono state avvertite nella regione etnea dal mattino del 29 aprile, quando vi scoppiò una notevole eruzione, fino a tutto il maggio successivo, ed un'altra sessantina (1) sono da considerarsi come repliche della catastrofe Calabro-Messinese del 28 dicembre e verificatesi negli ultimi quattro giorni di detto mese.

Volendo astrarre da queste 130 scosse, per il fatto che costituiscono una notevolissima eccezione, ne rimangono sempre ben 320, vale a dire, in media, quasi una scossa al giorno. Se ci proponiamo di ripartire tutte le 450 scosse anzidette secondo le varie regioni italiane, arriviamo al seguente risultato:

Italia Settentrionale		Italia Centrale		Italia Meridionale	
Liguria	N. 1	Toscana	N. 17	Molise	N. 7
Piemonte	„ 3	Marche	„ 19	Campania	„ 23
Lombardia	„ 0	Umbria	„ 21	Capit. e Puglie	„ 14
Veneto	„ 28	Lazio	„ 7	Basilicata	„ 20
Emilia	„ 4	Abruzzi	„ 28	Calabria	„ 43 c.
		Sardegna	„ 0	Regione Calabro-Messinese	„ 80 c.
				Regione Etnea	„ 115 c.
				SE. Sicilia	„ 5
				Restante Sicilia	„ 7
				Ustica e Lipari	„ 8
Totali	36		92		322 c.

Da ciò si vede che, almeno per l'anno 1908, l'attività sismica è andata notevolmente crescendo dal nord verso il sud, poichè nell'Italia Settentrionale sono state osservate soltanto 36 scosse, nell'Italia Centrale 92, e nell'Italia Meridionale, nella Sicilia e isole minori ben 322. E quand'anche da quest'ultima cifra volessimo detrarre le 70 avutesi nella regione Etnea fino a tutto maggio, a partire dall'eruzione del 29 aprile, e le 60 repliche, verificatesi in soli 4 giorni, dell'orrenda catastrofe del 28 dic., resterebbero ancora ben 192 scosse per l'Italia Meridionale e isole circonvicine.

***

Ma oltre alle notizie di scosse avvertite dall'uomo, si riportano nella pubblicazione citata numerose registrazioni sismiche ottenute nei varî Osservatorî italiani non solo in correlazione con le medesime, ma con molte altre di cui non si è conosciuta finora la provenienza entro la stessa Italia, oppure con terremoti originati fuori del Regno. Tutte le registrazioni che non sono dipendenti da scosse note ivi sentite, sommano a circa 430, delle quali press'a poco una metà (c. 215) comprende tutti i microsismi d'origine locale e più o meno vicini

(1) Probabilmente questa cifra sarà di molto inferiore al vero.

con il loro epicentro generalmente in Italia (1); l'altra metà comprende tutti i microsismi d'origine più o meno lontana e quasi sempre extra-italiani ed extra-europei, e perciò da denominarsi più propriamente *telesismi* (2).

Anche qui bisogna avvertire che delle 215 registrazioni d'origine più o meno vicina, un'ottantina sono state ottenute a Catania, e precisamente una trentina lo stesso giorno 29 aprile, in seguito all'eruzione dell'Etna, ed una cinquantina quali repliche del terribile terremoto del 28 dic. fino a tutto il 31 dello stesso mese (3).

---

(1) Questa cifra avrebbe più che raddoppiato se il compilatore avesse tenuto conto di circa 275 altri microsismi registrati all'Osservatorio di *Mileto* in Calabria ed analizzati con tanta diligenza e pazienza da quel direttore. Chi abbia un po' di pratica cogli strumenti sismici non può a meno dal ritenere siffatte registrazioni di natura sismica, confermata, del resto, dalla grande instabilità di quella regione, dalle numerose scosse sentite proprio a Mileto, dal fatto che furono ottenute da diversi strumenti, e infine dalla circostanza notevole che una trentina degli anzidetti 275 microsismi furono perfino, a quanto finora risulta, effettivamente registrati anche in altri Osservatorî. Circa 180 di siffatte registrazioni sono repliche del grande terremoto Calabro-Messinese, verificatesi negli ultimi 4 giorni di dicembre. E il numero di questi microsismi si sarebbe ancor più accresciuto, se nel Notiziario sismico ne fossero stati presi in considerazione varî altri, registrati negli Osservatorî di *Moncalieri*, *Valle di Pompei*, *Messina* e *Mineo* e che il compilatore s'è ritenuto in diritto di omettere, sebbene confermati altrove o con ogni apparenza di verosimiglianza. Per tutte queste ragioni io non credo di esagerare dicendo che tutti i microsismi di siffatta natura registrati negli Osservatorî italiani durante il 1908 sono arrivati forse ad una cifra tripla di quella sopra indicata (215), quale risulta appunto dal Notiziario.

(2) Giova subito avvertire che di queste 215 registrazioni relative a terremoti lontani, le quali figurano nel Notiziario, una cinquantina sono assai probabilmente dovute a causa non sismica, e sarebbe quindi stato prudente di non averle prese in considerazione. Questa cinquantina di registrazioni si riferiscono all'Osservatorio Ximeniano di Firenze e non solo non furono confermate da qualche altro Osservatorio italiano, ma neppure da uno solo all'estero. Ora, se si trattasse veramente di perturbazioni suscitate dall'arrivo d'onde sismiche dovute a terremoti più o meno lontani, sarebbe assai singolare che le medesime non fossero state provocate in tanti altri Osservatorî, specialmente esteri, anche forniti di strumenti ben più potenti di quelli in possesso dell'Osservatorio Ximeniano. Non è tuttavia da escludere la possibilità che qualcuna di siffatte registrazioni, che risultano essersi avute soltanto a Firenze, sia di natura effettivamente sismica, ma che per qualche equivoco di data o di ora non coincide con telesismi registrati altrove.

È proprio inesplicabile che mentre nel Notiziario sono state omesse numerosissime registrazioni di veri microsismi vicini, come sopra abbiamo già osservato, e che presentano un interesse tutto speciale per la nostra regione, siano state poi, invece, riportate le registrazioni d'una cinquantina di telesismi immaginari, le cui relazioni costituiscono, a parte la spesa della stampa, un ingombro inutile, anzi dannoso, perchè possono indurre in facile errore lo studioso che si occupi di statistiche.

Ed ancor più incomprensibile è il fatto che il compilatore abbia poi escluso dal Notiziario tante altre registrazioni a cui si fa cenno nel Bollettino sismico dell'Osservatorio Ximeniano, le quali, su per giù, assomigliano alle cinquanta pubblicate.

Non volendo giustamente tener conto di queste 50 registrazioni di natura sismica assai problematica, il numero dei veri telesismi registrati in Italia scenderebbe da 215 c. alla cifra più modesta di 165 c.

(3) Non si è potuto tener conto di tanti altri microsismi ancor più insignificanti, per il fatto che in certi momenti gli strumenti di Catania erano, si può dire, continuamente agitati.

In quanto alle 165 registrazioni d'origine più o meno lontana si è potuto riconoscere che una ventina sono state causate da scosse in Grecia, a Candia, nei Balcani e in Rumania; una diecina per terremoti nell'Impero austro-ungarico nella Svizzera e nella Germania; un'altra diecina nell'Africa settentrionale, nella N. Guinea e nelle isole Azorre e Canarie; una quarantina nell'Asia, comprese le isole Filippine ed il Giappone; 8 per terremoti nell'Oceania, 7 nell'America, c. 10 nel Mar Pacifico e sue isole. Le restanti 60 registrazioni sono dovute a focolari sismici ancora ignoti, ma che in gran parte si debbono ritenere situati piuttosto verso oriente che ad occidente per rispetto all'Italia, nell'ipotesi che anche per gli stessi valga la distribuzione esistente tra quelli conosciuti.

***

Un ulteriore esame meritano i microsismi d'origine sconosciuta, più o meno vicina, registrati nei vari Osservatorî italiani. Stando al Notiziario sismico il loro numero sarebbe poco più di 200, ma per le ragioni da noi sopra esposte in nota, potrà essere fors'anco triplicato. È vero che ad accrescere notevolmente il loro numero nel 1908 ha contribuito dapprima l'eruzione Etnea del 29 aprile e poscia il tremendo cataclisma del 28 dic.; ciò nondimeno ne resta pur sempre una bella cifra. Concediamo pure che taluni microsismi siano dovuti a movimenti di suolo così insignificanti da passare inosservati ai sensi dell'uomo e perfino nello stesso epicentro o dintorni immediati; è certo tuttavia che molti altri sono da imputarsi a veri terremoti, avvertibili o avvertiti dalle persone, ma dei quali non è pervenuta notizia all'Ufficio Centrale. Così, per arrestarci al solo Osservatorio di Rocca di Papa, dove nel 1908 sonosi avute più di 50 registrazioni di scosse più o meno vicine, è stato possibile riconoscere l'epicentro soltanto per una quarantina (1), mentre per un'altra dozzina l'identificazione non è stata possibile, sebbene il loro aspetto sia affatto simile a quelle altre provocate da vere scosse, sentite altrove da persone.

Ora, se si pensi che altrettanto si verifica per gli altri Osservatori italiani, e si rifletta che il numero di questi ultimi è assai limitato relativamente all'estensione della penisola italiana e delle sue isole, e infine che non tutti gli Osservatori sono provvisti di strumenti abbastanza potenti da indicare la ripercussione di vere scosse, più o meno vicine e più o meno lievi, v'è da restare fondatamente impressionati della possibilità che alla statistica dei terremoti osservati in Italia ne sfugga una parte tutt'altro che insignificante.

Per diminuire il più possibile questo grave inconveniente è chiaro che occorrono numerosi e zelanti corrispondenti sparsi in tutto il Regno, i quali informino regolarmente l'Ufficio Centr. di Met. e Geod. dei varî fenomeni sismici che si vanno verificando qua e là. E di questa necessità ben fui compreso io stesso quando nel 1887-88 cominciai nel detto Ufficio ad organizzare una rete sismica italiana, in modo che il numero dei corrispondenti era già di quasi 500 nel 1888 ed era salito nel successivo anno a quasi 700, distribuiti il più uniforme-

(1) Cioè provocate dalle seguenti scosse: 2 nel Lazio, 4 nell'Umbria, 8 negli Abruzzi, 7 nelle Marche, 2 nella Toscana, 3 nel Molise e nella Campania, 2 nella Basilicata e nelle Puglie, 5 nella Calabria e nella costa orientale sicula, 1 ad Ustica, 2 nell'Emilia, 3 nel Veneto.

mente che fosse possibile. Temo però che da quando io ho lasciato la direzione della sezione sismica all'Ufficio Centrale, i miei successori non abbiano più data tanta importanza all'accrescimento dei punti d'osservazione, sicchè attualmente le maglie della rete sono rimaste su per giù della stessa larghezza di quanto era stato fatto nei primordi del servizio sismico.

È bensì vero che in occasione d'ogni scossa, sentita in qualche località, si suole ancora inviare questionarî a stampa ai Sindaci di molte altre località circostanti; ma se ciò è utile per il miglior studio d'ogni singola scossa, non permette davvero che si possano chiedere informazioni su tanti altri fenomeni sismici di cui si ignora l'esistenza, per difetto appunto di corrispondenti fissi che ne riferiscano prontamente all'Ufficio Centrale. In tali condizioni, deve ritenersi proprio meritoria l'opera dei giornali politici nel pubblicare eziandio le notizie di scosse, poichè talora tra le medesime se ne riferiscono alcune, che per altra via non sarebbero potuto giungere a nostra conoscenza.

G. Agamennone.

Congressi.

Riunione della R. Commissione Geodetica Italiana. — Nei giorni 25-29 Giugno u. s. la Commissione Geodetica ha tenuto in Padova la sua consueta riunione triennale, in preparazione della Conferenza che la Commissione Internazionale terrà nel prossimo settembre ad Amburgo.

Intervennero il sen. Celoria, presidente, il generale Gliamas, vice-presidente, i professori Millosevich, Jadanza, Pizzetti, Guarducci, Venturi, Reina, membri della Commissione, il comandante Santi, vice-direttore dell'Istituto idrografico della R. Marina, il prof. Carnera dello stesso Istituto e il colonnello Baglione dell'Istituto geografico militare.

Intervennero pure, invitati dalla Presidenza, il Rettore dell'Università, il Preside della Facoltà di scienze, il Direttore della Scuola degli ingegneri, i professori di Geodesia teoretica, di Geometria pratica, di Meccanica razionale e di Fisica matematica, l'astronomo e l'assistente dell'Osservatorio astronomico.

Nella prima seduta, dopo il saluto preliminare del Rettore dell'Università prof. Rossi e il ringraziamento del Presidente sen. Celoria, questi diede notizie particolareggiate sulla Riunione della Commissione internazionale, tenutasi a Londra nel 1909, e sui lavori eseguiti per conto della Commissione nell'ultimo triennio, in particolare sulle operazioni astronomiche-geodetiche relative a Monte Mario, sull'attività della Stazione di Carloforte per il servizio delle latitudini, sugli studî della Sottocommissione per la Carta gravimetrica d'Italia, ecc. Nelle sedute successive, tenute dopo una riunione separata di questa Sottocommissione, seguirono le relazioni dei lavori eseguiti nei varî Istituti. Il prof. Millosevich riferì sulle osservazioni astronomico-geodetiche eseguite per il collegamento dell'Osservatorio del Collegio Romano con Monte Mario; il prof. Venturi disse della campagna gravimetrica compiuta in Sicilia nel 1910, degli studî fatti per applicare un interferometro alla determinazione della oscillazione della mensola a muro di Sterneck e di altri studî eseguiti con una pila termoelettrica per verificare la uniforme distribuzione della temperatura intorno al pendolo gravimetrico; il prof. Jadanza riferì sui lavori di gravità relativa in Piemonte; il prof. Reina sulle modificazioni introdotte in un apparato Sterneck acquistato

dal Gabinetto di Geodesia di Roma; il dott. Silva, per incarico del prof. Lorenzoni, parlò del nuovo supporto bipendolare ideato dall'illustre professore e costruito dal meccanico Mioni della Specola di Padova, e il prof. Soler delle esperienze eseguite nel Gabinetto di Geodesia di Padova sopra uno strumento gravimetrico di grande precisione, recentemente acquistato: la Bilancia di Eötvös. Il generale Gliamas, Direttore dell'Istituto geografico militare, diede ampia relazione sui molteplici ed importanti lavori geodetici, topografici e cartografici eseguiti dall'Istituto nell'ultimo triennio in varie regioni d'Italia, nell'Eritrea e nella nuova colonia Libica, e il comandante Santi sui lavori altrettanto importanti eseguiti dall'Istituto Idrografico e cioè: rilievi sulle coste dell'Eritrea, del Benadir e della Somalia, osservazioni gravimetriche, studî su fili invar per la misura delle basi geodetiche, ecc.

La Commissione cercò infine di preparare il programma dei lavori da compiersi nel prossimo triennio, in particolare quelli per la Carta gravimetrica d'Italia, e in ciò ebbe di mira che tali lavori riuscissero bene coordinati tra loro pur dovendo essere divisi tra i varî istituti forniti di apparati gravimetrici. Inoltre la Commissione, dopo una importante discussione sul servizio mareografico, approvò un ordine del giorno avente lo scopo di venire ad un accordo con i varî enti che si occupano della questione, al fine di dare uniformità di indirizzo agli studî mareografici, ed infine, dopo altra interessante discussione, approvò un secondo ordine del giorno invitando il Governo a far sì che da una Stazione radiotelegrafica opportunamente scelta si possano trasmettere segnali di tempo a scopo scientifico e civile.

g. s.

Conferenze.

Conferenze del prof. Porro. *(Continuazione).* — Lo studio delle moderne dottrine sull'evoluzione dei sistemi siderali trae luce dai nuovi concetti della Fisica: in questo campo le ardite speculazioni di Swante Arrhenius aprono un vasto campo inesplorato a congetture feconde di inattesi risultati. L'oratore si intrattenne più specialmente a mostrare come le nuove teoriche sull'energia radiante, sulla pressione della luce e sull'assorbimento intrastellare di ogni forma d'energia, e della stessa gravitazione, vengano a modificare profondamente le nostre idee intorno alle mutue relazioni tra i corpi celesti. La vita di ciascun pianeta, di ciascuna stella, di ciascun sistema ci si palesa assai più legata a quella di ogni altro per una rete di sottili, penetranti influenze, così che non sembra neppure inaccettabile l'audace supposizione dell'Arrhenius, che gli stessi germi della vita organica possano essere giunti a noi da altri astri.

***

Da questa materia dell'evoluzione cosmica, l'oratore è stato condotto all'esame del problema, che più d'ogni altro preoccupa il pubblico profano all'Astronomia, e che anche tra i cultori della scienza è considerato come l'oggetto precipuo e finale di ogni ricerca cosmologica. Possiamo noi con qualche fondamento seguire le linee lungo le quali si compie l'evoluzione dei sistemi siderali, sino a risalire a ritroso del tempo alle origini dei sistemi stessi, ed a presagirne le sorti future sino al loro fine naturale?

La risposta a tale questione si differenzia da quella che in termini più o meno conformi tentarono di dare tutte le Cosmogonie religiose delle epoche passate, e tutti i sistemi filosofici che con intendimenti e con preconcetti diversi affrontarono la medesima tesi. Per gli antichi, infatti, la Terra era considerata come centro dell'Universo, e tutto il creato non aveva altro scopo che quello di servire all'uomo. Era quindi naturale che il mondo nascesse e perisse esclusivamente per la nostra razza, che le grandi catastrofi di natura generale, come il Diluvio, fossero determinate dall'ira divina per i peccati dei mortali, e che la distruzione dell'Universo intero non sembrasse sproporzionata all'intento limitato di punire o di sopprimere il genere umano.

L'Astronomia, allargando oltre ogni limite dianzi concepibile il mondo celeste, riducendo la Terra ad un punto impercettibile nello spazio, ha mostrato anche nella immensa varietà degli aspetti come l'evoluzione dei singoli sistemi non sia simultanea, e come anche nel nostro sistema i singoli corpi che lo compongono si trovino in fasi diversamente progredite della trasformazione loro propria. La Luna ha quasi certamente compiuto il suo ciclo di trasmutazioni: dalla sua superficie è scomparsa ogni traccia per noi visibile di aria, di acqua, di una circolazione qualunque atta a rappresentare la vita dell'astro, ed a mantenere una qualunque vita di organismi. Forse Marte è in uno stadio più avanzato che la Terra, e Venere in uno stadio corrispondente ad epoche geologicbe anteriori: Giove, Saturno, e forse gli altri grossi pianeti esteriori, sono ancora nel periodo anteriore alla deposizione dei primi strati di una corteccia solida.

Uscendo dal sistema solare, troviamo la più complessa molteplicità di forme e di fenomeni, che ci ammoniscono del differente grado di sviluppo dei singoli astri o sistemi. Abbiamo stelle di vario colore e di vario tipo, che rivelano più o meno avanzato il processo del loro raffreddamento: in altre il dissiparsi dell'energia non è ancora iniziato, e forse esse attraversano una fase di espansione, durante la quale si vanno accumulando le riserve, che saranno spese nei secoli futuri.

Le stelle variabili a lungo periodo, generalmente di colore tendente al rosso, stanno ad indicare le oscillazioni che precedono l'esaurimento finale: le temporanee, o *novae*, sarebbero invece astri nei quali un'improvvisa esplosione è stata determinata da cause accidentali, come l'urto di un corpo o di un sistema estraneo, oppure l'incontro di un vasto sciame di materia meteorica, o di un ammasso nebulare. Se passiamo alle nebulose, abbiamo fenomeni di suggestiva e ancor più immediata eloquenza. Nebule risolubili in fittissimi agglomeramenti di stelle, acervi, come le Plejadi, nei quali stelle già formate nuotano entro estensioni di materia diffusa: nebule non risolubili, delle forme più bizzarre. quali lenticolari, simili alla nebulosa dalla quale il Laplace fa derivare il sistema solare, offrenti allo sguardo gli anelli concentrici, e le condensazioni cbe preludono allo staccarsi dei singoli pianeti, quali doppie (come la *Dumb-bell*, a foggia di manubrio), raffiguranti la genesi dei sistemi binari, quali a spirale, dinotando l'esistenza di moti vorticosi che, sotto l'azione di forze misteriose e possenti, trascinano la materia in turbini giganteschi.

Le possibilità distinte, che tutti questi oggetti ci rivelano, fanno pensare non soltanto a fasi diverse di evoluzione simultaneamente osservate, ma ancora a linee di variazione discordanti, secondo le quali ogni sistema può essere classi-

ficato in uno o in altro tipo di evoluzione stellare, assimilandosi così a un individuo particolare appartenente ad una determinata specie. Si comprende pertanto che il problema cosmogonico, lungi dal limitarsi ad un tipo unico, come sarebbe quello del sistema solare, che ha dato luogo alle meditazioni del Kant e del Laplace, deve abbracciare gli svariati aspetti che i differenti sistemi ci presentano nel cielo, e deve inoltre, per giungere ad una conclusione attendibile, valersi di tutti gli argomenti che la Meccanica e la Fisica ci forniscono, bastando la mancanza di uno di essi ad infirmare considerazioni in ogni altra loro parte logiche e fondate sopra dati concreti e sicuri. Ciò è avvenuto, per citare un esempio, in occasione della controversia tra i fisici ed i geologi sull'età del Sole e sulla durata presumibile delle sue riserve di energia. Sembrava irreduttibile il contrasto tra il tempo assegnato all'evoluzione solare dalle dottrine termodinamiche e quello, assai maggiore, ritenuto necessario per la evoluzione delle specie organiche, quale ci è rivelata dai diversi tipi di fossili conservati entro gli strati che si deposero successivamente nelle epoche geologiche anteriori.

Benchè i metodi della Fisica sembrassero più atti a fornire una valutazione numerica precisa, l'opinione dei naturalisti, che davano al Sole un'origine molto più antica, era confortata da altri argomenti, basati sul limite minimo del tempo che occorre per la sollevazione di una catena di montagne, e per il successivo suo scomparire sotto l'azione dissolvitrice dell'erosione prodotta dagli agenti atmosferici e dalle acque superficiali.

È bastata la scoperta della radioattività per mostrare che in realtà il Sole possiede una riserva di energia immensamente superiore a quella che la Fisica gli assegnava, e sulla quale erano basati i calcoli relativi all'età sua. Questo fenomeno nuovo, ignorato dai primi che specularono sulla materia, Helmholtz, Siemens, Thompson, ci permette di dirimere oggi l'antica controversia, iscrivendo all'*Avere* del Sole un cespite, che consente alla sua volta l'aumento del *Dare* postulato dalla Geologia.

***

L'essere ormai praticamente esteso oltre ogni limite assegnabile l'Universo conosciuto, e la presenza in esso di innumerevoli sistemi, di enormi dimensioni rispetto alle dimensioni dei corpi che li compongono, collocati a distanze enormi rispetto alle dimensioni loro; la grande varietà dei disegni o schemi di evoluzione cui appartengono i singoli sistemi esaminati, e la fase differente di evoluzione dei diversi corpi nel sistema loro, e dei sistemi individuali nel tipo generale che li comprende: ecco gli argomenti che fanno rifuggire il pensiero moderno dall'ipotesi di una catastrofe generale, che ponga fine simultaneamente a tutto il cosmo. Non soltanto nessun uomo (foss'egli Luigi XIV) può dire oggi: « Après moi, le déluge »: la scomparsa di un pianeta o di un sistema rappresenta nell'economia dell'Universo un fatto relativamente insignificante, come quella di un uomo nell'economia del pianeta.

Circoscritto così il problema, noi possiamo con idee meglio definite studiare quella parte di esso che più direttamente ci tocca, cioè l'origine e la fine del sistema solare. E qui le nostre ricerche, dirette al ricondurre l'evoluzione del sistema stesso sino ad un istante iniziale, ed al proseguirla sino ad un istante finale, si palesano come la continuazione razionale e scientifica di quelle specula-

zioni profonde e poetiche, delle quali tutte le letterature antiche ci hanno tramandato il ricordo.

Fedele al principio già enunziato, di non entrare nel campo delle credenze religiose, il conferenziere non può astenersi dal mostrare come ogni tentativo di mettere in contrasto le cosmogonie religiose con le scientifiche si fondi sopra un equivoco di parole. Le cosmogonie religiose si occupano della *creazione*, quelle scientifiche dell'*origine* del mondo: le prime cercano il *perchè*, le seconde il *come*. Stabilita questa premessa, cade ogni ragione di raffronto comparativo, e rimane soltanto la curiosità di istituire un parallelo tra i concetti fondamentali dell'una e dell'altra tendenza.

E così si trova che il " caos " primitivo della Genesi e degli altri libri sacri dell'Oriente somiglia assai alla " nebula ", dalla quale il Kant e il Laplace fanno scaturire per evoluzione graduale il nostro sistema.

Gli elementi, che le Cosmogonie antiche presuppongono nel caos preesistente all'Universo, sono le tenebre, il vuoto (oppure la materia uniforme, od informe), il sonno. L'oratore passa in rapida rassegna le dottrine dei Babilonesi, degli Indiani, degli Egizi, dei Greci, classificando i varî sistemi secondo le tendenze diverse di creazione pura, di emanazione o di trasformazione, che li informano. Nota come l'elemento fisico " acqua " sia quello che più comunemente si trova associato nelle speculazioni primitive all'idea di caos originario: e ricorda a tale proposito il Diluvio della Genesi, le acque illimitate della Cosmogonia Egizia, e il principio acqueo dell'epopea nibelungica, reso con insuperabile magistero d'arte dal preludio del *Rheingold*, dove Riccardo Wagner ha saputo esprimere con la semplicità e l'insistenza del movimento musicale l'uniformità solenne che precedeva le manifestazioni dell'attività creatrice.

Come l'acqua è l'elemento fisico primordiale, la luce è l'energia in manifestazione. Il raggio che scende a rompere le tenebre è emanazione divina, che suscita la vita.

L'assenza della vita è simboleggiata nel sonno: per gli Indiani, al risvegliarsi di Brahman, spirito emanatore, radice di tutte le radici, corrisponde il manifestarsi dell'Universo. Quando Brahman si raccoglie in profondo sonno, l'illusione, Maia, scompare, e il mondo fisico svanisce. Così il giorno e la notte di Brahman portano alternativamente l'esistenza e l'inesistenza del mondo, in cicli, o Kalpa, lunghissimi. Un concetto non dissimile informa le dottrine babilonesi, passate poi, attraverso gli Orfici, alla filosofia greca.

La transizione dalle Cosmogonie teologiche a quelle puramente speculative è opera del pensiero ellenico. Le prime Cosmogonie presso i Greci sono prettamente teogoniche. Omero non si dà pensiero dell'origine del mondo e degli Dei: il suo Olimpo è già formato. Invece Esiodo ci rappresenta le Divinità come nascenti *insieme con* il Mondo, e ciò risponde mirabilmente alla facoltà di personificare, propria di quel popolo artistico e immaginoso.

Con gli Orfici, il concetto creativo si sostituisce gradatamente al concetto teogonico, e quindi la tendenza monoteista alla politeista, finchè la prima prevale definitivamente nelle dottrine sublimi della scuola pitagorica.

Nella tendenza intermedia, forse di origine babilonese, della quale Ferecide è il più noto rappresentante, si ha il primo accenno al problema del riassorbimento dell'Universo nella materia primordiale, che è ancora l'acqua: infatti la

Divinità che sopravvive a tutte le altre è *Ogenos*, nome babilonese dell'Oceano, come *apsu* dell'abisso. Non altrimenti, secondo le antiche epopee germaniche la *Götterdämmerung* si accompagna alla sommersione generale nelle acque del Reno.

È pure dovuto agli Orfici il concetto di emanazione, preso dai popoli orientali, e vestito di forma poetica, sotto il nome di Phanes, figlio dell'Etere risplendente, raggio di luce divina creatrice: e quello di " uovo cosmico ", la prima delle cose create, simbolo dell'universo sferico (Macrobio), che dà vita a tutte le cose, e tutte le cose contiene. Anche questo concetto deriva dalle scuole religiose orientali, trovandosi in varia forma presso gli Indi, i Persiani, i Fenici, i Caldei, e segnatamente gli Egizi, i quali ammettevano pure la preesistenza del germe maschile e del femminile, nel grembo della materia aquea illimitata primordiale.

***

A coloro i quali fossero tentati di considerare oziose e infantili codeste speculazioni, con le quali la mente umana attraverso ai secoli è venuta gradualmente a definire i suoi concetti intorno al Cosmo ed alla sua origine, il Porro ricorda come anche nelle dottrine più moderne, quali sono quelle delle trasmissioni di energia e di germi vitali da un pianeta all'altro, siano implicite certe considerazioni, che alla loro volta possono essere tacciate di puerilità o di poca consistenza. Se la nostra cognizione del meccanismo evolutivo ha fatto negli ultimi secoli progressi giganteschi, non è men vero che, ai limiti del conoscibile, la nostra fantasia va ancora brancolando in supposizioni altrettanto incerte come quelle che servivano di base alle dottrine religiose e filosofiche delle civiltà più antiche. Ond'è da ammirarsi il senno e l'arguzia della risposta che diede Plutarco a certi Epicurei, che in un convito volevano interrogarlo sulla sua opinione intorno a quelle che si consideravano come superstizioni degli Orfici e dei Pitagorici. Non desiderando prestarsi ai loro motteggi, prese occasione per proporre la disputa dell'uovo e della gallina: quale dei due sia nato prima: aggiungendo che con questa disputa, in apparenza futile, si venivano smuovendo, come con piccola leva, le grandi e poderose macchine della generazione del mondo.

Le scuole di Orfeo e di Pitagora preparano la transizione dalle Cosmogonie religiose importate dalle nazioni orientali, a quelle filosofiche, nelle quali si esercitò con originale varietà di concetti proprî la genialità dei pensatori greci.

L'oratore esaminò le dottrine più caratteristiche, insistendo su quelle dei filosofi della scuola jonica, nei quali si trova il germe di molte idee non dissimili da quelle che ispirano le moderne speculazioni fondate sulla scienza.

Anassimandro ammette come causa prima la differenziazione degli elementi fisici sotto l'azione del caldo e del freddo. La terra si separa, raccogliendosi in un nocciolo sferico centrale, attorno al quale vanno disponendosi, a strati concentrici, le sfere dell'acqua, dell'aria e del fuoco. Una parziale evaporazione dell'acqua dà luogo alle terre emerse: quanto al fuoco, il suo concentrarsi in innumerevoli punti è determinato da un'azione meccanica paragonabile a quella della fionda. Si ha qui il primo saggio di un'interpretazione meccanica: uno dei fattori (per quanto invocato a sproposito) è la forza centrifuga. Secondo Anas-

simandro, la materia primordiale è eterna, indistruttibile: ogni cosa creata finisce. L'origine della vita animale è dal limo del mare.

Anassimene ammette una materia primordiale, dalla quale tutto il mondo fisico procede. Per rarefazioni, essa si converte in aria e in fuoco (elementi più leggeri), per condensazioni, in acqua e in terra (elementi più pesanti).

Più d'ogni altro in armonia con le vedute della scienza moderna ci si palesa Eraclito, nel quale, attraverso a molti assurdi ed a molte fantasie, appaiono per la prima volta formulate chiaramente alcune verità oggi inconfutabili e indiscusse. Per lui, il principio alterno della costruzione e della distruzione governa tutti i circoli della vita, dal minimo al massimo Il cosmo è scaturito dal fuoco, e al fuoco deve ritornare, creandosi l'acqua dal fuoco e la terra dall'acqua. Non equivale questo a dire, che da uno stato iniziale di incandescenza il mondo è passato per graduale raffreddamento allo stato liquido, e da questo al solido? Il fecondo concetto dell'evoluzione cosmica è espresso con mirabile sicurezza, dove si afferma " la incessante tramutazione di forma e di qualità nella materia „: nè meno lucidamente sono enunziati i principii fondamentali della Fisica e della Fisiologia moderna, quando si dice che la Materia è " in perenne movimento „, che la Vita è " circolazione di materia „, che " la Materia è viva „. Quest'ultimo enunziato è corollario dei due anteriori.

Anche Anassagora (quel medesimo filosofo che la repubblica ateniese condannò per empietà, come professante la dottrina che asseriva essere il Sole una massa incandescente più grande del Peloponneso) merita essere ricordato per alcune felici intuizioni, che servono di base al suo sistema cosmologico. Egli afferma che " nulla incomincia e nulla perisce: il principio è *mescolanza*, il fine è *separazione* „. Al principio " tutte le cose erano insieme „. Le particelle minime nella loro confusione indiscriminata formavano un miscuglio composito originale, e la loro qualità indistinguibile corrispondeva alla differenza di qualità tuttora assente nell'Essere unico universale. La separazione degli elementi è avvenuta per la *rotazione del cielo*, sempre operante. Le azioni cosmiche persistono indefinitamente: il primo impulso è stato impresso da *Nous* (la Mente).

In queste vedute del filosofo di Clazomene sono da considerarsi specialmente due punti. Egli ricorre, come già Eraclito, ad un agente meccanico, ma lo definisce più precisamente nella *rotazione del cielo*, cioè in quel fenomeno generale che rimane sempre sotto i nostri occhi a fondamento di tutta l'Astronomia. Tale sua convinzione lo porta ad affermare la persistenza delle azioni cosmiche, e quindi ad ammettere la costanza della Legge naturale, indipendentemente da ogni ipotesi sulla sua origine. Il continuo operare della Legge è il fatto, che l'osservazione dimostra: se esista un Legislatore, quali siano stati i suoi intenti e i suoi metodi, è altra questione. Per suo conto, Anassagora ammette un principio metafisico, *Nous*, la Mente, il principio intelligente; e così esclude che il pensiero sia un epifenomeno, come altri vorrebbero. Avrà torto, avrà ragione: ma siamo noi più avanzati ai giorni nostri? Che possiamo dire di più sicuro intorno all'origine di certi movimenti, alla natura della forza?

La stessa rotazione, non di tutto il cielo, come sembrava agli antichi, ma del nostro sistema, è postulata come fatto primordiale indimostrabile in tutti i sistemi cosmologici moderni. Il Poincaré prova lucidamente, nel citato suo libro, che il tentativo di Emanuele Kant per darne ragione, mediante una automatica

coordinazione dei movimenti proprî dei singoli corpi preesistenti nella nebula primitiva, è in contraddizione con i principii fondamentali della Meccanica. La coordinazione supposta dal Kant esigerebbe — dice argutamente il Poincaré — un intervento paragonabile a quello della polizia che regola la circolazione nelle folle cittadine. Non altrimenti il Maxwell ha pensato di non potere spiegare certe separazioni elettive di atomi nella teoria cinetica dei gaz, senza ricorrere al simbolo di esseri intelligenti estremamente piccoli, da lui designati con il nome di demoni, che compiono l'opera sciente di discriminazione.

Tanto la polizia del Poincaré, quanto il demone del Maxwell sono artifizi ingegnosi, con il cui ausilio la scienza moderna cerca di eludere la necessità di ammettere agenti metafisici nel meccanismo naturale. E che cosa di diverso e di più arbitrario sarebbe il Principio Pensante di Anassagora o il Logos del Quarto Evangelo?

***

Il tentativo di Emanuele Kant collega le Cosmogonie filosofiche degli Elleni alle Cosmogonie scientifiche dei pensatori dell'età nostra, come le interpretazioni orfiche allacciavano le prime speculazioni razionali sul medesimo tema ai sistemi teologici dell'Oriente. Con maggior corredo di cognizioni fisiche e matematiche del filosofo di Könisberg, l'astronomo francese Simone Laplace ne riprende l'idea fondamentale, ampliandola e sviluppandola in una celebre ipotesi, che, non ostante le aspre critiche che ne sono state fatte, e non ostante l'insufficienza di talune sue parti, rimane pur sempre la base più attendibile di ogni indagine intorno all'origine del sistema solare.

Il punto di partenza dell'ipotesi di Laplace è la nebulosa dotata di alta temperatura, di rotazione uniforme, e di condensazione centrale. Dall'evoluzione di questa massa ruotante, e dall'azione combinata in essa della forza centrifuga e della gravitazione delle parti che la compongono, si ricava con considerazioni assai semplici il processo dal quale dev'essere stato generato il nostro sistema: e la spiegazione riesce abbastanza evidente per i cinque fenomeni caratteristici del sistema stesso, che sono:

1. Il movimento dei pianeti nel medesimo senso, e presso a poco in un medesimo piano;

2. Il movimento dei satelliti nel medesimo senso di quello dei pianeti;

3. Il movimento rotatorio dei pianeti, dei satelliti e del Sole, nel medesimo senso, e in piani poco inclinati;

4. Le piccole eccentricità delle orbite dei pianeti e dei satelliti;

5. Le grandi eccentricità e le svariate inclinazioni dei piani delle orbite cometarie.

Benchè ad alcune di queste leggi si conoscano eccezioni, e benchè alla dottrina del Laplace, come abbiamo detto, si possano muovere molte e serie obbiezioni, non è dubbio che essa resiste tuttora meglio di ogni altra, almeno nelle sue linee principali, e, convenientemente ritoccata e completata, può dare ragione dei fenomeni caratteristici che si osservano nel nostro sistema.

Per tale sua opinione, che alcuni anni or sono sembrava meno sostenibile, il conferenziere ha creduto opportuno limitarsi ad accennare, senza diffondersi, ad altre teorie, che negli ultimi tempi hanno tentato di sostituirsi a quella di Laplace, come quelle di Faye, di Ligondès, di See.

Fece un'eccezione per le profonde ed originali meditazioni di Giorgio Darwin, le quali, partendo dalla considerazione dei fenomeni di marea, e dell'attrito che producono per reazione, gettano grande luce sulla genesi dei sistemi binari, e quindi, oltre al fornire gli elementi necessari per lo studio delle stelle doppie, chiariscono la evoluzione del sistema secondario formato dalla Terra e dalla Luna.

La serie delle conferenze si è chiusa con alcune riflessioni intorno alla sempre maggiore complicazione del problema delle origini e della fine del sistema solare, determinata dal crescente numero di fattori dei quali bisogna tener conto. Più non bastano le applicazioni di pochi concetti meccanici, come quelli che hanno servito al Laplace: sono venute poi le teoriche della termodinamica, che, fra altro, hanno escluso l'alta temperatura iniziale della nebula primitiva: da ultimo, le dottrine elettromagnetiche, la nuova scienza delle radiazioni hanno portato nuovi elementi del problema, la cui soluzione definitiva pare si allontani, quanto più perfezionati e più vasti sono i mezzi per raggiungerla.

Singolare destino della scienza umana! Le difficoltà vanno crescendo in ragione sempre più rapida dei modi per vincerle: l'Ignoto ci preme con il suo mistero, quanto più gagliardo, quanto più cosciente è il nostro sforzo per dissiparlo. Ciò che sappiamo è un nulla, rispetto a ciò che vorremmo sapere: ciò che impariamo è un puro stimolo a cercare altre conoscenze. Ma questo non deve farci perdere l'entusiasmo della ricerca, nè la curiosità della scoperta. Ogni passo, anche infruttuoso, che facciamo nel cammino della scienza, è argomento di conforto per noi: nella facoltà di comprendere i più alti problemi è il massimo e più puro godimento dello spirito. E, prescindendo dalla soddisfazione estetica che a noi procura il contemplare le verità faticosamente scoperte, noi abbiamo anche un compenso nel vedere che la nuova concezione del mondo, della sua origine e del suo termine, ci libera da quei folli terrori, che tante volte in tempi di ignoranza hanno turbato la razza umana. Uno degli argomenti più efficaci in favore della divulgazione scientifica sta appunto nell'azione che si può esercitare contro la superstizione e contro le paure irragionevoli, che anche nel nostro tempo vengono a commovere gli animi, come è avvenuto nel 1910 in occasione dell'annunziato passaggio della Terra attraverso la coda della cometa di Halley. Ed è bene che l'esposizione serena dei fatti e delle deduzioni neutralizzi la nefasta influenza di coloro che si compiacciono a diffondere descrizioni fantastiche e catastrofiche profezie, prive di ogni fondamento, e spesso egualmente lontane dalla scienza come dal senso comune.

Commemorazione di Schiaparelli in Savigliano. — Inaugurandosi in Savigliano una lapide a Giovanni Schiaparelli, il 2 giugno scorso, l'egregio prof. Alfredo Baggiolini, preside del Liceo, pronunziò un discorso di commemorazione, del quale riassumiamo brevemente la parte più capace di interessare i nostri lettori.

Schiaparelli nacque in Savigliano, da parenti biellesi, il 14 marzo 1835. Dai davanzali del campanile della chiesa di Santa Maria della Pieve, è fama che il parroco D. Dovo gli insegnasse a conoscere le costellazioni, dalla quale epoca nacque in lui il proposito di dedicarsi allo studio dell'astronomia. Ma prima sentì il bisogno di imparare bene il latino e riuscì presto a scriverlo elegantemente in prosa ed in versi, arricchendosi di quella coltura classica che tanto simpaticamente caratterizzò le sue opere, più tardi.

Assolti questi primi studi nel luogo natio, Schiaparelli si recò nel 1850 a Torino a frequentarvi i corsi di matematica, impartiti da ottimi professori, dei quali non tardò a procacciarsi con l'affetto l'ammirazione. Uno di essi, il Billotti, gli fu largo di tanti insegnamenti, che Schiaparelli volle più tardi testimoniargli la sua gratitudine, accogliendo la di lui " Teoria degli strumenti ottici „ nelle pubblicazioni dell'Osservatorio di Brera. Anche il Sella fu suo maestro, ed avrebbe voluto trarlo verso gli studî mineralogici, ma Schiaparelli preferì di rimanere nel campo di Urania, e fu fortuna immensa per l'astronomia.

Alle strettezze economiche sopperì Schiaparelli, in quel tempo, dando lezioni in privato, finchè il Governo Sardo, nel 1857, mercè i buoni uffici di Sella e del Menabrea, lo inviò a Berlino a perfezionarsi nella sua scienza prediletta. Ivi fu allievo del celebre Encke, e vi conobbe anche lo Zöllner, indefesso cultore della fotometria astronomica. Passò poi a far pratica di grandi strumenti all'osservatorio di Pulkova, in Russia, sotto la guida di Guglielmo e di Ottone Struve. In Pulkova si addita ancora con venerazione la cameruccia abitata nel 1859 dal giovane astronomo piemontese.

Tornato in Italia nel 1860, fu prima astronomo, indi direttore della Specola di Brera, in Milano, carica che tenne quarant'anni circa, e non l'abbandonò se non quando si accorse che la sua forza di resistenza nelle osservazioni telescopiche non era più quella di una volta ! Ma ritiratosi a vita privata, continuò i suoi studî, specie quelli sulla storia dell'astronomia antica per la quale nutrì sempre incondizionata riverenza.

L'ultimo suo lavoro è del 1910, anno della sua morte, che fu il 4 luglio.

***

Le pubblicazioni di Schiaparelli, tutte importantissime, sommano a 256, senza tener conto di scritti ancora inediti, come il seguito dei " Primordî e progressi dell'Astronomia presso gli Assiri „, ed anche senza tener conto di circa quattromila lettere d'argomento astronomico, indirizzate a scienziati di tutti i paesi.

Schiaparelli lascia un'orma incancellabile del suo pensiero nei più svariati campi dell'astronomia: Le stelle doppie, le stelle cadenti, le comete, la distribuzione delle stelle nello spazio, la topografia di Marte, la rotazione di Mercurio, la rotazione di Venere, ecc., ecc. E scrisse cose memorande anche in geofisica, in meteorologia, nelle scienze dell'evoluzione. Espose in modo mirabile il fenomeno dello spostamento dei poli, dovuto a traslazione di masse sulla Terra. Studiò le pretese influenze della Luna sui fenomeni dell'atmosfera terrestre, ed in una ricerca comparativa tra le forme organiche naturali e le forme geometriche pure, sospettò che i tipi organici possano derivare tutti dalle variazioni di un certo numero di elementi discriminatori, secondo una formola unica.

Matematico eminente, Schiaparelli nutrì ammirazione profonda per l'astronomia geometrica degli antichi greci, nel che fu sorretto dalla profonda conoscenza che ebbe del greco classico. Nella sua celebre opera sui precursori di Copernico, egli spiegò per quali recondite vie, negli aurei secoli della coltura greca, l'ingegno umano tentò di avvicinarsi alla cognizione del vero sistema del mondo, e per quali ostacoli la potenza speculativa degli Elleni, dopo aver raggiunto il concetto fondamentale di Copernico, non ha potuto tramandarci un monumento durevole, ma solo una debole eco di si ardito pensiero.

Ma non soltanto nel greco classico, Schiaparelli si rese, in servizio dell'astronomia, maestro: egli penetrò anche nei misteri di altre lingue orientali, per trarne lumi circa l'astronomia dei babilonesi, l'astronomia dell'antico Testamento e le antiche cosmografie. Qualche cosa di simile aveva fatto l'inglese Halley nel secolo XVII. Fra Schiaparelli e il sommo discepolo di Newton troviamo non poca affinità d'intelletto.

***

Schiaparelli fu d'indole taciturna, ma quando gli si domandavano cose attinenti all'astronomia o alla filologia classica, diventava facondo e l'eloquio sgorgava fluido e chiaro dalla sua bocca, come l'umore da fresca e ricca sorgente alpina. Allora, racconta il Celoria, s'intravvedevano le profondità oceaniche del suo sapere!

La soggezione sua all'ideale scientifico lo rese austero, pieno di dignità, di riserbo, e fece l'anima sua pura e serena come il cielo stellato.

Un grande amore lo mosse, oltre quello della scienza: la patria! Favorì gli impulsi che si venivan dando agli studi danteschi, giudicandoli adatti a tener sempre desto il sentimento di italianità. Ad un suo amico, deputato al Parlamento, propose un disegno d'assestamento delle finanze nazionali. Professò ammirazione verso quelli che avevano combattuto per l'indipendenza della patria, e si dolse che l'esser miope gli avesse impedito di entrare nel servizio militare! Infine tanto si allietò delle nostre fortune del 1860 da vagheggiare che una nuova êra italica si facesse cominciare da quell'anno. Una sua lettera latina del 1871 porta l'intestazione:

Anno instaurationis Italiae XII.

Fenomeni astronomici nei mesi di settembre e ottobre.

(Le ore indicate sono espresse in T. M. C. dell'E. C.).

Il *Sole* entrerà nel segno *Libra* o *Bilancia* il 23 settembre a $11^h\ 7^m\ 59^s$ (*Equinozio d'Autunno*) e nel segno *Scorpione* il 23 ottobre a $19^h\ 50^m$.

Fasi della *Luna:*

1912				
settembre 4	Ultimo quarto	$14^h\ 23^m$	ottobre 3	Ultimo quarto	$21^h\ 48^m$
11	Luna nuova	4 49	10	Luna nuova	14 41
18	Primo quarto	8 55	18	Primo quarto	3 6
26	Luna piena	12 34	26	Luna piena	3 31
9	Perigea	19	7	Perigea	20
21	Apogea	21	19	Apogea	15

Mercurio si renderà visibile ad occhio nudo nella prima quindicina di settembre, al mattino verso levante (diam. equat. appar. da 8″ a 6″), raggiungendo la massima elongazione (17° 58′ *W*) il giorno 8 a 4^h. Passerà in congiunzione con *Regolo* (α Leone; gr. 1.3) il 9 a 14^h; perciò il pianeta si mostrerà nelle vicinanze di Regolo il 9 e il 10 all'alba. Passerà al perielio il giorno 11 settembre a 22^h, ed in congiunzione superiore col Sole il 4 ottobre a 7^h.

Venere nel mese di ottobre si potrà osservare per poco alla sera, subito dopo il tramonto del Sole (diam. equat. appar. da 12″ a 13″).

Marte, nella costellazione *Vergine*, si potrà ancora osservare col cannocchiale in principio di settembre nel crepuscolo serotino (diam. equat. appar. 3″6).

Giove, nella costellazione *Scorpione*, sarà visibile alla sera verso Sud-Ovest (diam. equat. appar. da 37″ a 32″).

Col cannocchiale si possono osservare le *eclissi* dei quattro satelliti galileiani. Le seguenti fasi avvengono in ore per noi propizie:

settembre 13. —	Fine dell'eclisse del	1°	satellite	a	$20^h\ 47^m,6$
„ 26. —	„ „	3°	„	„	19 27, 5
„ 29. —	„ „	1°	„	„	19 6, 1
ottobre 1. —	„ „	2°	„	„	19 40, 0

Questi contatti apparenti dei satelliti gioviani con l'ombra del pianeta avvengono ad *est* del disco di Giove, cioè verso *destra* per un osservatore che usi un cannocchiale che inverta le immagini.

Saturno, nella costellazione *Toro,* sarà osservabile durante quasi tutta la notte (diam. equat. appar. da 18″ a 20″). Passerà in *notevole congiunzione* con la Luna il 4 settembre a $2^h\ 57^m$ (Saturno 6°20′ al Sud della Luna).

Urano, nella costellazione *Capricorno,* potrà osservarsi col cannocchiale alla sera (diam. equat. appar. da 3″,9 a 3″,7). Passerà in quadratura orientale col Sole il 23 ottobre a 10^h.

Nettuno, nella costellazione *Gemelli,* sarà osservabile col cannocchiale nella seconda metà della notte (diam. equat. appar. 2″,2). Passerà in quadratura occidentale col Sole il 19 ottobre a 19^h.

La *luce zodiacale* si potrà cercare al mattino, verso levante.

Il 26 settembre avverrà un'*eclisse parziale di Luna,* invisibile in Italia; osservabile nell'America settentrionale, nella Polinesia, nell'Australia, nell'Asia orientale e sull'Oceano Pacifico, nelle seguenti circostanze:

Ingresso della Luna nella penombra	a	$10^h\ 16^m$
„ „ „ nell'ombra	a	12 3
Fase massima dell'eclisse	a	12 45
Uscita della Luna dall'ombra	a	13 27
„ „ „ dalla penombra	a	15 14

Grandezza dell'eclisse: 0,123 del diametro della Luna.

Il 10 ottobre avverrà un'*eclisse totale di Sole,* invisibile in Italia, osservabile nell'America Centrale e Meridionale, nell'estremità australe dell'Africa, nelle Terre Polari australi e in parte degli Oceani Pacifico ed Atlantico, fra $11^h\ 57^m$ e $17^h\ 15^m$. La zona della totalità incomincia nell'Oceano Pacifico, attraversa l'Equatore ed il Brasile ed una buona parte dell'Oceano Atlantico meridionale. La massima durata della totalità è di 2^m circa ed avviene in un punto dell'Oceano Atlantico in vicinanza del Brasile.

Dal 16 al 22 ottobre si potranno osservare le *Orionidi*: stelle cadenti rapide, a strascico, con radiante vicino alla stella ν Orione.

FIORENZO CHIONIO.

Personalia.

All'Accademia dei Lincei. — Siamo lieti di apprendere che il Direttore della nostra *Rivista,* dott. Cerulli, riuscì eletto, con splendida votazione, a socio corrispondente dei Lincei, nel luglio u. s. Tre mesi fa aveva egli avuta eguale nomina nella Pontaniana, e due anni or sono quella di corrispondente dell'Accademia di Torino.

Sinceri estimatori di un uomo che vediamo già da quattro anni consacrare gran parte della sua attività allo sviluppo ed al perfezionamento del nostro periodico, non possiamo non registrare con il più gran piacere le dimostrazioni di onore che gli si van decretando dai più insigni Corpi accademici d'Italia. *ch.*

Astronomi aggiunti. — In seguito all'ultimo concorso a due posti di astronomo aggiunto nei RR. Osservatori d'Italia, il dott. Giorgio Abetti venne destinato al R. Osservatorio al Collegio Romano di Roma, ed il dott. G. A. Favaro al R. Osservatorio Astronomico di Torino. Auguriamo di cuore ai due egregi scienziati, nostri consoci, di proseguire agevolmente nel nobile arringo.

R. Stazione Astronomica di Carloforte. — In seguito alla nomina del dottor G. A. Favaro ad astronomo aggiunto al R. Osservatorio Astronomico di Torino, venne chiamato a reggere la R. Stazione Astrononomica Internazionale di Carloforte il nostro consocio dott. Vittorio Fontana, al quale estendiamo i voti di brillante carriera.

Nuove adesioni alla Società.

Cap. Michele Barbera, Trapani; prof. Alfredo Baggiolini, Savigliano; dottor Bruno Veneziani, Trieste; I. R. Osservatorio Marittimo di Trieste; prof. Giuseppe Peano, Cavoretto (Torino).

AVVISO

Nell'ultima decade del prossimo ottobre si radunerà in Genova il Congresso annuale della Società Italiana per il Progresso delle Scienze del quale fa parte una sezione di scienze astronomiche e nautiche.

In nome del Comitato ordinatore, rivolgo speciale invito a tutti i membri della Società Astronomica Italiana, affinchè vogliano arrecare all'importante convegno il contribnto dei loro studi e il gradito segno di simpatia del loro intervento. Prego pertanto coloro che intendessero presentare qualche comunicazione alla Sezione, di volermene cortesemente indicare il titolo con qualche sollecitudine.

Per questo, e per ogni altra partecipazione, il mio recapito sino al 20 settembre è: *Ivrea - Verrès per Periasc.*

Più tardi: *Regia Università, Genova.* FRANCESCO PORRO.

Articoli di prossima pubblicazione.

DOROTEA KLUMPKE-ROBERTS: *La nebulosa anulare della Lira.*

A. ABETTI: *Spiegazioni per l'intelligenza dei principali elementi del sistema solare.*

O. ZANOTTI BIANCO: *Enrico Poincaré.*

F. GIACOMELLI e A. PROSPERI: *Lorenzo Respighi — Una pagina di storia dell'astronomia romana.*

V. ANESTIN: *Le stelle nuove.*

V. CERULLI: *I moti microscopici del globo terrestre.*

Le scienze matematiche e tutte quelle scienze naturali che trovano il loro fulcro nella matematica, han sofferto la più grave delle perdite, con la morte di **Enrico Poincaré.** Di questo sommo principe dell'analisi e della di lui opera scientifica intratterrà i lettori della *Rivista* il prof. Zanotti Bianco in uno dei futuri fascicoli.

BALOCCO TOMMASO, *gerente responsabile.*

Torino, 1912. — Stabilimento Tipografico G. U. Cassone succ., via della Zecca, n. 11.